

Attorney Docket No. 826.1882

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yukihiko FURUMOTO et al.

Application No.: (Unassigned)

Group Art Unit:

Filed: (Concurrently)

Examiner:

For: MECHANICAL MODEL SIMULATOR, INTERLOCK SETTING METHOD, AND
STORAGE MEDIUM THEREFOR

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-218631

Filed: July 26, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 7/25/03

By: Richard A. Gollhofer
Richard A. Gollhofer
Registration No.

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the
following application as filed with this office.

Date of Application: July 26, 2002

Application Number: Patent Application No. 2002-218631
[ST.10/C] [JP2002-218631]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

October 29, 2002

Commissioner,
Japan Patent Office Shinichiro Ota

Certificate No. P2002-3085229

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月26日

出願番号

Application Number:

特願2002-218631

[ST.10/C]:

[JP2002-218631]

出願人

Applicant(s):

富士通株式会社

2002年10月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2002-3085229

【書類名】 特許願

【整理番号】 0252034

【提出日】 平成14年 7月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明の名称】 機構モデルシミュレータ、プログラム

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 古本 幸彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 野崎 直行

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100074099

【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F

【弁理士】

【氏名又は名称】 大菅 義之

【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】

【識別番号】 100067987

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾7-25-28-503

【弁理士】

【氏名又は名称】 久木元 彰

【電話番号】 045-573-3683

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705047

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 機構モデルシミュレータ、プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 各部品の3次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報を格納する部品情報記憶手段と、

該部品情報記憶手段の格納内容に基づいて、各部品の3次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させるユーザ・インターフェース手段と、

を有することを特徴とする機構モデルシミュレータ。

【請求項2】 前記ユーザ・インターフェース手段は、更に、前記各可動部の拘束条件と、前記連動する動きの伝播する方向とを表示することを特徴とする請求項1記載の機構モデルシミュレータ。

【請求項3】 前記ユーザ・インターフェース手段は、更に、幾何学的拘束条件を指定させ、該幾何学的拘束条件を表示すると共に、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示することを特徴とする請求項1または2記載の機構モデルシミュレータ。

【請求項4】 コンピュータに、

予め格納されている各部品の3次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報を基づいて、各部品の3次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させる機能を実現させるためのプログラム。

【請求項5】 前記各可動部の拘束条件と前記連動する動きの伝播する方向とを表示する機能、あるいは前記幾何学的拘束条件を指定させ、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する機能、

を更に有することを特徴とする請求項4記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、機構モデルシミュレータに係わり、特に運動関係をシミュレートするためのシステム、方法、プログラム等に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、三次元CADシステムを用いて装置の機構設計を行うことが多くなってきている。この機構設計用の三次元CADシステムにおいては、各部品の形状、大きさ、取り付け位置/相対方向等を設定するが、一般的に、可動部を有する部品が幾つか存在するものであり、装置を組み立て後、設計者が望むように動作するかどうか、あるいは部品同士が干渉しないかどうか等を確認する必要があった。これについて、最近は、コンピュータグラフィックス(CG)とシミュレーション技術の発達により、シミュレーションによって可動部を動かし、それをCG画面に表示することにより、装置の試作を行わなくても動作確認ができるようになってきている。

【0003】

図17～図29に、このような機構設計用の三次元CADシステム（機構モデルシミュレータ）のGUI画面、及びユーザによる設定手順の様子を示す。

まず、初期状態では、図17に示す各部品の3D形状データ（形状、大きさ、相対位置、方向等）が、既に作成されていて、任意の記憶領域に格納されている。但し、初期状態では、未だ、図示の3D構成データは作成されていない。よって、初期状態においては、図18に示すGUI画面（初期画面）80の図上左側のツリー図表示領域81に示す各部品の3D形状データ・ファイル（hiki_lever_2_prt～gear_a1_prt）に基づいて、図上右側の3次元CG表示領域82に示すように、単に各部品が各自の位置に表示されるだけの状態となっている。

【0004】

この状態において、ユーザ等は、可動部（関節）の設定を行うべき部品を1つ選択する。これは、上記ツリー図表示領域81でファイルを選択してもよいし、3次元CG表示領域82上で直接部品を指定してもよい。

【0005】

これより、図19のG U I画面90のように、3次元CG表示領域91に、選択された部品が表示される。尚、この図19は、3D形状データ・ファイル“*hiki_lever_2.prt*”を選択した状態を表す。そして、「次へ」ボタン92をクリックすると、図20に示すG U I画面100に移り、ユーザは、このG U I画面100上で上記選択した部品における可動部を指定する。そして、この可動部について各種設定を行う。この設定の仕方については、特に説明しないが、設定結果として、3次元CG表示領域101に示すように、可動部（この例では“穴”103）と、その軸104が設定される。また特に図示しないが回転方向等も設定される。

【0006】

設定完了したら、「次へ」ボタン102をクリックすると、図21に示すG U I画面110に移り、ユーザは、この画面110上で、上記部品の可動部を取り付ける部品（以下、ベース部品と呼ぶ）を選択する。尚、図21は、3D形状データ・ファイル“*140kadai_ue_2.prt*”を選択した状態を表す。

【0007】

ベース部品を選択したら、「次へ」ボタン111をクリックして、不図示の画面上でベース部品上での可動部の取り付け位置を設定させると、図22に示すG U I画面120が表示される。

【0008】

これも特に詳細には説明しないが、ユーザは、この画面120上で、必要に応じて、可動範囲の設定項目である「最小値」、「最大値」を選択すると共に、それらの値を指定することで、ベース部品上における可動部（関節）の可動範囲を設定する。可動範囲は、例えば可動部の軸を中心とした回転角度として設定する。勿論、これに限らず、例えば直線的に移動する場合には、移動可能な位置を設定することになる。

【0009】

そして、「完了」ボタン121をクリックすることで、可動部の設定作業は完了する。この設定作業により、例えば図23のG U I画面130のツリー図表示領域131に示すように、可動部に関する情報が作成・追加される。すなわち、

図示のように、ベース部品 “140kada_i_ue_2_prt” 上における部品 “hiki_level_2_prt” の可動部の取り付け位置、可動方向/範囲等の設定情報である “Rotate0017” が、図示の通り追加される（これが、図17に示す3D構成データとツリー構造である）。尚、ベース部品 “140kada_i_ue_2_prt” と設定情報 “Rotate0017” は、図22で指定される関節名 “JointAsy0016” に関する情報として管理される。

【0010】

以上の処理を、他の部品についても順次実行していくことで、最終的には、図24のGUI画面140のツリー図表示領域141に示すように、部品情報（各部品の3次元形状・位置データや、その可動部の情報）が、ベース部品と部品とその可動部との関係を示すツリー構造で格納されることになる。

【0011】

更に、通常、上記設定作業により作成・格納された上記部品情報を用いて、各部品（駆動部品）と、この駆動部品の動作に連動して動く他の部品（従動部品）との連動関係をシミュレーションする。尚、連動することを、リレーションと呼ぶ場合もある。

【0012】

この連動関係のシミュレーションについて、以下、図25～図29を参照して説明する。

まず最初は、図25に示すリレーション種別設定画面150上で、任意のリレーション種別を示すボタンを選択する。そして、「次へ」ボタン151をクリックすると、図26に示すリレーション駆動部品指定画面160に移る。この画面160の3次元CG表示領域161には、上記部品情報を用いて、図示の通り、ベース部品以外の全ての部品を表示する。そして、この3次元CG表示領域161上で、ユーザに、連動関係の定義対象とする駆動部品を指定させる。そして、ユーザが「次へ」ボタン162をクリックすると、図27に示す従動部品設定画面170に移り、駆動部品と連動して動く従動部品を指定させる。すると、図示のリレーション設定対象表示領域172に、指定された駆動部品、従動部品のみが、他の部品とは切り離されて表示される。この例では、上記 “hiki_lever_2_p

rt" が駆動部品として選択され、これに連動する従動部品として略円盤状の部品が選択されている。そして、「次へ」ボタン173をクリックして、次の画面に移り、上記選択した駆動部品-従動部品間の連動関係を定義することになる。

【0013】

まず、図28に示す可動範囲設定画面180上で可動範囲を設定する。続いて自動計算または手作業により連動関係を定義する。手作業により連動関係を設定する場合には、図29に示す連動関係設定画面190上で、ユーザが手作業で設定を行う。

【0014】

ここで、図22において、既に可動範囲の設定を行っているが、これはベース部品上における駆動部品単体の可動範囲であり、従動部品と連動する際には、通常、可動範囲が狭まる場合が多い。よって、まず、図28の画面180上で、駆動部品-従動部品で連動する場合の可動範囲を設定した上で、次に、この可動範囲内での連動関係を定義する。

【0015】

まず、図28の可動範囲設定画面180上では、ユーザは、まず、3次元CG表示領域181上で各部品を初期位置へと動かして、「始点取込み」ボタン183をクリックし、各部品の初期位置を設定する。同様に、3次元CG表示領域181上で各部品を終点位置へと動かして、「終点取込み」ボタン184をクリックし、各部品の終点位置を設定する。以上で、可動範囲が設定される。

【0016】

可動範囲を設定したら、例えば干渉チェックアルゴリズムを用いて連動動作を自動計算して、連動関係を自動的に定義させてもよいし、あるいは手動で設定してもよい。

【0017】

手動設定する場合には、図29の連動関係設定画面190上において、ユーザは、例えば初期位置から少しづつ駆動部品を動かして、動かす毎に、その位置に対応する従動部品の位置を手作業で決定する。すなわち、従動部品を動かしつつ、目視により、例えばそのときの溝の位置にピンが嵌まる位置を見つけて位置決

定する（決定したら、「取込み」ボタンをクリックすれば、図上右側に示すように、駆動部品の位置と従動部品の位置（連動関係）が登録される）。この作業を繰り返し実行することで、連動関係が定義されて保存されることになる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ユーザにとっては、例えば可動範囲設定画面180の3次元CG表示領域181に示すような表示では、連動関係の定義対象である2つの部品の3次元CGが表示されているだけであり、例えばこれら部品が何に基づいて動作するのか（可動部が何処か）、どの様な拘束条件でどのように動きが伝播しているのか、他の部品との関係がどのようになっているのか等が、直感的に分かり易い表示になっているとは言い難かった。また、駆動部－従動部を設定する為の操作手順が煩雑であった。

【0019】

尚、上述したことは、例えば本出願人の製品（FJVP S/Digital Mockup V10L14a）の技術である。

本発明の課題は、ユーザにとって機構の動作が直感的に分かり易い表示を行い、また駆動部－従動部の指定操作等の操作を行い易くする機構モデルシミュレータ、そのプログラム等を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明の機構モデルシミュレータは、各部品の3次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報を格納する部品情報記憶手段と、該部品情報記憶手段の格納内容に基づいて、各部品の3次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させるユーザ・インターフェース手段とを有するように構成する。

【0021】

上記のように可動部を表現するモデルを表示して、これをマウス等で指定させる手法のほうが、従来に比べて、機構の動作が直感的に分かり易く且つ駆動部－

従動部の指定操作等が行い易くなる。

【0022】

更に、例えば、前記ユーザ・インターフェース手段が、前記各可動部の拘束条件と、前記運動する動きの伝播する方向とを表示したり、幾何学的拘束条件を指定させ、該幾何学的拘束条件を表示すると共に、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示するように構成してもよい。

【0023】

このような表示を行うことで、特に、複雑な機構の運動動作等でも直感的に分かり易くなる。

なお、上述した本発明の各構成により行なわれる機能と同様の制御をコンピュータに行なわせるプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体から、そのプログラムをコンピュータに読み出させて実行させることによっても、前述した課題を解決することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本実施の形態による機構モデルシミュレータの機能ブロック図である

【0025】

図1に示す機構モデルシミュレータ10は、部品情報記憶部11と、GUI部12とを有する。部品情報記憶部11は、各部品の3次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報を格納する。つまり、上記図18～図24の処理により設定された情報が格納されている。

【0026】

GUI部(グラフィカル・ユーザ・インターフェース部)12は、この部品情報記憶部11に格納されている上記各種情報に基づいて、各部品の3次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示する。そして、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させる(例えばドラッグ操作等)ことにより、駆動部と、この駆動部と連動する従動部とを指定させる。

【0027】

また、G U I 部12は、更に、前記各可動部の拘束条件と、上記連動する動きの伝播する方向とを表示する。可動部の拘束条件とは、例えば可動部の並進/回転等の動作と、その方向等である。連動する動きの伝播する方向の表示は、例えば、駆動部から従動部へ向かう矢印を表示する。

【0028】

また、G U I 部12は、更に、上記駆動部－従動部を連動動作させる為の幾何学的な拘束条件を指定させ、この幾何学的拘束条件を文字表示すると共に、指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する。幾何学的な拘束条件は、例えば、歯車、溝、カム等の形状によって定まるものであり、例えば溝を例にすると、「溝」である旨を表示すると共に、この溝の形状を強調表示（ハイライト表示等）する。

【0029】

図2は、上記機構モデルシミュレータによる処理手順を説明する為のフローチャート図である。

図3～図11は、コンピュータのディスプレイ等に表示されるG U I (Graphical User Interface) 画面の推移を示す図である。

【0030】

以下、図3～図11を参照しつつ、図2の処理手順について説明する。

まず、最初に、特に図示しないが、従来と同様に、機構モデルシミュレータ（以下、単にシステムと呼ぶ）は、まず、設定すべき連動関係（リレーション）の種類をユーザに選択させ、これより、図3に示すG U I 画面20（初期画面）を表示する。

【0031】

図示のG U I 画面20の3次元C G表示領域21には、上記部品情報記憶部11に格納されている部品情報に基づいて各部品のC G画像を該当位置に表示すると共に、更に各部品の可動部を表現するモデルを表示する。すなわち、部品A、部品B、部品C、部品Dを表示すると共に、部品Aの可動部a、部品Bの可動部b、部品Cの可動部c、部品Dの可動部dを表現するモデルを表示する。各可動

部を表現するモデル（3次元CG）は、予め設定して登録しておくものであり、その形状は何でもよいが、図示の例は略円柱形状である。尚、これは、各部品の可動部が何処にあるのかがユーザにとって分かり易くなるようにする為に表示しているのであり、実際に略円柱形状の部品が存在しているわけではない。

【0032】

3次元CG表示領域21には、更に、各可動部の拘束条件（並進または回転と、その方向）を表示する。図示の例では、どの可動部も回転動作するので、可動部aの回転方向e、可動部bの回転方向f、可動部cの回転方向g、可動部dの回転方向hを、表示している。尚、部品Aは溝mを有し、部品Bはこの溝mに嵌まるピンnを有している。

【0033】

このような初期画面上において、ユーザは、任意の部品間の連動関係を設定する為に、マウス等のポインティングデバイスを用いて、まず、連動関節指定ボタン22をクリックした後、3次元CG表示領域21上で、マウスポインタ（カーソル）を任意の可動部から他の任意の可動部まで移動させる操作（ドラッグ操作）を行うことで（図2のステップS1）、駆動部、従動部を指定する。尚、このような操作に限らず、例えば任意の2つの可動部を順次指定（ダブルクリック等）するように操作してもよい。

【0034】

システムは、最初に指定した可動部を駆動部、移動先の可動部を従動部と認識し、駆動部、従動部の部品情報（図2では、J1、J2と記す）を取得する（ステップS2）。そして、この取得したデータに基づいて、駆動部の位置から従動部の位置に向かう矢印を表示する（ステップS3）。この矢印は、駆動部、従動部と、これらの連動する動きの伝播する方向を表現するものである。

【0035】

例えば、部品Aの可動部aから部品Bの可動部bへのドラッグ操作を行った場合には、図4のGUI画面30の3次元CG表示領域31に示す矢印32が追加表示されることになる。尚、ユーザには、この矢印の根元側が駆動部を意味し、この矢印の先側が従動部を意味することであることを、予め操作マニュアル等で

知らせておく。更に、各可動部 a、b の回転方向 e、f を、それぞれ、強調表示（例えば図3では白色表示であったのを、赤色表示にする等）してもよい。尚、後に、この矢印3 2上に、幾何学的な拘束条件を説明する文字が表示されるが、現段階では「未定義」と表示されている（これは表示しなくてもよい）。

【0036】

次に、歯車/溝/カムなどの形状によって定まる幾何学的な拘束条件について設定する。まず、ユーザにより動作条件の指定が行われる（ステップS4）。これは、GUI画面3 0の「従動部品の動作条件」設定領域3 3において選択・指定する。初期状態では「歯車」になっている為、GUI画面3 0の図上右側に示す表示状態となっているが、ここではユーザは「溝/外周に沿った動き」を選択することになるので、GUI画面は図5に示す表示状態となる。

【0037】

図5のGUI画面4 0において3次元CG表示領域4 1の内容は変化していない。GUI画面4 0の図上右側に示すように、ユーザが「従動部品の動作条件」設定領域3 3において“溝/外周に沿った動き”を選択・指定した場合には、「駆動部品動作範囲」設定領域4 3、「溝/外周指定」ボタン4 4、「溝に沿って動く部分」設定領域4 5が、表示される。この状態において、まず、ユーザに、「駆動部品動作範囲」設定領域4 3の設定を行わせる。つまり、駆動部品の可動範囲（開始位置、終了位置）、及びステップ数を指定させる（ステップS5）。

【0038】

尚、可動範囲は、デフォルトでは、予め図1 8等で設定・登録してある値が、自動的に初期設定されるので、通常は、ステップ数のみを設定すればよいが、ユーザの判断で可動範囲を設定し直しても良い。

【0039】

システム側では、上記開始位置、終了位置、ステップ数を、各々、変数m i n、m a x、Nに代入して、記憶しておく（ステップS6）。これらは、後にステップS1 2の処理で用いる。

【0040】

次に、ユーザに、幾何学的な拘束形状の指定を行わせる（ステップS7）。

これは、図5に示すように、「溝/外周指定」ボタン44をクリックした後、3次元CG表示領域41において、指定すべき溝または外周の近傍にマウス・ポインタを移動させた後、クリックする等の操作を行うことで、指定できる（この例では、溝mを指定）。

【0041】

この指定に応じて、詳しくは図13で説明する処理を行うことで、図7に示すように、拘束形状（溝mの輪郭）を強調表示（ハイライト表示等）する（ステップS8）。

【0042】

尚、図面では（図7に限らず、他の図面も同様）、カラーが使えない都合上、ハイライト表示することを、太線で表現するものとする。

続いて、ユーザに、被拘束物の指定を行わせて（ステップS9）、この被拘束形状を強調表示（ハイライト表示等）する（ステップS10）。

【0043】

この例では、被拘束物は、部品Bに設けられたピンnであるので、図8に示すように、ユーザに、「溝に沿って動く部分」設定領域45において、ピンを指定して、「指定」ボタン46をクリックする操作を行わせる。この指定に応じて、詳しくは図13で説明する処理を行うことで、図8に示すように、被拘束形状（ピンnの輪郭）も強調表示（ハイライト表示等）する。

【0044】

以上の設定が完了したら、ユーザは、図9に示す「計算」ボタン47を操作する（ステップS11）。これに応じて、システムは、駆動部と従動部の運動動作を、溝mによる制約に従って計算する。これは、図2のステップS12～ステップS15に示すように、まず、ステップS6で取得したmin、max、Nを用いて、 $d = (max - min) \div N$ を算出する。そして、変数iの初期値を0とし、ステップS13～ステップS15の処理を実行する毎に $i = i + 1$ (+1インクリメント) し、この処理を $i = N$ になるまで繰り返し実行する。ステップS13～S15の処理は、駆動部（J1）を $i \times d$ だけ移動させて（ステップS13）、被拘束形状の位置計算を行い（ステップS14）、従動部（J2）の移

動量を計算する（ステップS15）だけであり、例えば従来より行われていた干渉チェックアルゴリズムを用いた連動関係の自動計算処理やその他既存の計算処理を実行するだけであるので、特に詳細には説明しない。

【0045】

以上、連動動作の自動計算処理が完了したら、ユーザは、「設定」ボタン48を操作する（ステップS16）。これより、システムは、図12（a）に示すような可動部aと可動部bとの連動関係テーブルを作成する（ステップS17）。つまり、可動部aがどの位置にあるときに可動部bがどの位置にあるのかを示すテーブルを作成する。更に、図10に示すように、J1からJ2への矢印32上に、上記幾何学的な拘束条件を説明する文字（この例では“溝”49）を表示する（ステップS18）。この文字は、「従動部品の動作条件」設定領域42における選択に応じて、予め登録されている文字が表示されるものである。

【0046】

以上説明したように、本システムによれば、他の部品も一緒に表示した状態のままで、各可動部の拘束条件（並進/回転、方向等）や、幾何学的拘束条件、動きの伝播の仕方などが分かり易くなるように表示でき、複雑な機構の動作が直感的に分かり易くなるという効果が得られる。また、簡単な操作（上記ドラッグ操作等）により、連動関係定義対象（駆動部、従動部）を指定することができる。

【0047】

以上で可動部a-b間の連動関係の設定は完了する。更に、他の連動関係を設定したい場合には、ステップS1から同様の処理を実行していけばよい。例えば、更に、可動部bと可動部cとの連動関係の設定を行うと、図11に示すような表示内容となる。

【0048】

図11に示す通り、可動部bから可動部cへの矢印52と、幾何学的な拘束条件を説明する文字（この場合は“歯車”）が表示されるが、尚且つ、可動部aから可動部bへの矢印32と“溝”的表示は、そのまま残されている。

【0049】

このように表示することで、可動部aの拘束条件（回転）から幾何学的な拘束

条件「溝」に従って可動部 b が連動動作（回転）し、更にこの可動部 b の動作から幾何学的な拘束条件「歯車」に従って可動部 c が連動動作するというような、3つ以上の部品の連動関係が、ユーザにとって理解し易くなる。特に、この例より更に複雑な形状/連動関係を有する機構の場合、この効果は顕著なものとなる。

【0050】

尚、可動部 b と可動部 c との連動関係テーブルも、図12（b）に示すように作成され、記憶される。

次に、以下に、上記ステップ S 8 または S 9 の処理、すなわち幾何学的な拘束を規定している形状（拘束形状、被拘束形状）をハイライト表示する処理について、図13、図14を参照して、詳細に説明する。

【0051】

例えば、図7で説明したような部品Aの溝mの形状をハイライト表示する為には、この溝mの形状を示す輪郭線を抽出する必要がある。つまり、元々、各部品の形状データは、図14（a）に示すように、そのオブジェクト形状の表面を構成する多数の三角形のデータ群より成る。よって、各部品の形状の3次元CGは、実際には図14（b）に示すように、そのオブジェクト形状の表面を表す多数の三角形（三角パッチ）により表わされる。よって、ユーザにとっては視覚的に溝mの形状が認識できるが、システム内部のデータとしては、溝mの形状自体を示すデータを保持しているわけではないので、溝形状をハイライト表示する為には、溝mの輪郭形状を示すデータを抽出する必要がある。

【0052】

以下、図14（b）に示す例を参照しながら、図13の処理について説明する。

まず、ユーザは、図6で説明したように、マウス等により溝mの近傍の任意の位置を指定する。ここでは、図14（b）に示す座標Pが指定されたものとする。

【0053】

これより、システムは、まず、そのオブジェクト形状（部品A）の表面を表す

三角形の集合（S1）を取得する（ステップS22）。例えば、サイコロを例にすると、そのオブジェクト形状の表面を表す三角形の集合（S1）とは、「1」の面の表面を表す全ての三角形、「2」の面の表面を表す全ての三角形、・・・、「6」の面の表面を表す全ての三角形、という全ての三角形を意味する。

【0054】

次に、この三角形の集合（S1）の中から、上記ユーザにより指定された座標Pの位置にある三角形（T）を取得する（ステップS23）。これは、図14（b）の例では斜線で示す三角形である。

【0055】

続いて、上記三角形の集合（S1）の中から、三角形（T）と同一平面上にある三角形を抽出し、これを三角形の集合（S2）とする（サイコロの例でいえば、例えば座標Pが「2」の面にあった場合は、「2」の面の表面を表す全ての三角形を抽出する）。図14（b）には、この集合（S2）に含まれる全ての三角形を示している。

【0056】

そして、この集合（S2）に含まれる全ての三角形の各辺のデータに基づいて、共有されていない辺を抽出し、この辺の集合（S3）を作成する（ステップS25）。共有されていない辺の集合（S3）は、図14（b）の例では、実線で示す各辺である。逆に共有されている辺とは、図14（b）において点線で示す辺であり、つまり、2つの三角形で共有されている辺のことである。

【0057】

続いて、集合（S3）の各辺を、連結可能なものの同士を連結することで多角形を構成する。連結可能なものは、頂点を共有する（同一の頂点座標を持つ）2つの辺のことである。これにより、図14（b）の例では、外周を示す多角形PFと、溝mを示す多角形PGが作成される（ステップS26）。

【0058】

そして、ステップS26で作成された各多角形の中で、ステップS21で指定された座標Pに最も近い多角形を判定し（この例では、溝mを示す多角形PG）、この多角形PGのデータ（連結された辺のデータ）を取得・保存する（ス

PS27)。

【0059】

後は、以上の処理により得られた多角形PGを、ハイライト表示すればよい(ステップS28)。

図15は、上記機構モデルシミュレータを実現するコンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

【0060】

図15に示すコンピュータ60は、CPU61、メモリ62、入力装置63、出力装置64、外部記憶装置65、媒体駆動装置66、ネットワーク接続装置67等を有し、これらがバス68に接続された構成となっている。同図に示す構成は一例であり、これに限るものではない。

【0061】

CPU61は、当該コンピュータ60全体を制御する中央処理装置である。

メモリ62は、プログラム実行、データ更新等の際に、外部記憶装置65(あるいは可搬記録媒体69)に記憶されているプログラムあるいはデータを一時的に格納するRAM等のメモリである。CPU61は、メモリ62に読み出したプログラム/データを用いて、上述した各種処理を実行する。

【0062】

入力装置63は、例えばキーボード、マウス、タッチパネル等である。

出力装置64は、例えばディスプレイ、プリンタ等である。

外部記憶装置65は、例えばハードディスク装置等であり、上記各種機能を実現させる為のプログラム/データ等(例えば図2、図13に示す各処理をコンピュータに実行させるプログラム、図17に示すデータ等)が格納されている。また、当該プログラム/データ等は、可搬記録媒体69に記憶されており、媒体駆動装置66が、可搬記録媒体69に記憶されているプログラム/データ等を読み出して、上記各種処理をコンピュータ60に実行させるようにしてもよい。可搬記録媒体69は、例えば、FD(フレキシブルディスク)、CD-ROM、その他、DVD、光磁気ディスク等である。

【0063】

ネットワーク接続装置67は、ネットワーク（インターネット等）に接続して、外部の情報処理装置とプログラム／データ等の送受信を可能にする構成である。

【0064】

図16は、上記プログラムを記録した記録媒体又はプログラムのダウンロードの一例を示す図である。

図示のように、上記本発明の機能を実現するプログラム／データが記憶されている可搬記録媒体69を情報処理装置60の本体に挿入する等して、当該プログラム／データを読み出してメモリ62に格納し実行するものであってもよいし、また、上記プログラム／データは、ネットワーク接続装置67により接続しているネットワーク73（インターネット等）を介して、外部のプログラム／データ提供者側のサーバ70に記憶されているプログラム／データ71をダウンロードするものであってもよい。

【0065】

また、本発明は、装置／方法に限らず、上記プログラム／データを格納した記録媒体（可搬記録媒体69等）自体として構成することもできるし、これらプログラム自体として構成することもできる。

【0066】

（付記1） 各部品の3次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報を格納する部品情報記憶手段と、

該部品情報記憶手段の格納内容に基づいて、各部品の3次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させるユーザ・インターフェース手段と、

を有することを特徴とする機構モデルシミュレータ。

【0067】

（付記2） 前記ユーザ・インターフェース手段は、更に、前記各可動部の拘束条件と、前記連動する動きの伝播する方向とを表示することを特徴とする付記1記載の機構モデルシミュレータ。

【0068】

(付記3) 前記ユーザ・インターフェース手段は、更に、幾何学的拘束条件を指定させ、該幾何学的拘束条件を表示すると共に、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示することを特徴とする付記1または2記載の機構モデルシミュレータ。

【0069】

(付記4) コンピュータに、

予め格納されている各部品の3次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報に基づいて、各部品の3次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させる機能を実現させるためのプログラム。

【0070】

(付記5) 前記各可動部の拘束条件と前記連動する動きの伝播する方向とを表示する機能、あるいは前記幾何学的拘束条件を指定させ、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する機能、

を更に有することを特徴とする付記4記載のプログラム。

【0071】

(付記6) コンピュータに、

予め格納されている各部品の3次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報に基づいて、各部品の3次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させる機能を実現させるプログラムを記録した前記コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【0072】

(付記7) 前記各可動部の拘束条件と前記連動する動きの伝播する方向とを表示する機能、あるいは前記幾何学的拘束条件を指定させ、該指定された幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する機能、

を更に有することを特徴とする付記6記載の記録媒体。

【0073】

(付記8) 予め格納されている各部品の3次元形状・位置情報と、該各部品の可動部に関する情報とに基づいて、各部品の3次元形状を表示すると共に各部品の可動部を表現するモデルを表示し、任意の複数の可動部のモデルをポインティングデバイスで指定させることにより駆動部と該駆動部と連動する従動部とを指定させることを特徴とする連動関係設定方法。

【0074】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明の機構モデルシミュレータ、そのプログラム等によれば、ユーザにとって機構の動作が直感的に分かり易い表示を行い、また駆動部ー従動部の指定操作等の操作を行い易くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態による機構モデルシミュレータの機能ブロック図である。

【図2】

図1の機構モデルシミュレータによる処理手順を説明する為のフローチャート図である。

【図3】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その1）である。

【図4】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その2）である。

【図5】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その3）である。

【図6】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その4）である。

【図7】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その5）である。

【図8】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その6）である。

【図9】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その7）である。

【図10】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その8）である。

【図11】

表示されるG U I画面の推移を示す図（その9）である。

【図12】

(a)、(b)は、連動関係テーブルの一例を示す図である。

【図13】

幾何学的な拘束を規定している形状をハイライト表示する処理を説明する為のフローチャート図である。

【図14】

(a)は各部品の形状データの一部の詳細を示す図、(b)は形状の表面を表す多数の三角形（三角パッチ）と、これより抽出される溝mの輪郭を示す図である。

【図15】

機構モデルシミュレータを実現するコンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

【図16】

プログラムを記録した記録媒体又はプログラムのダウンロードの一例を示す図である。

【図17】

各部品の形状データ等の部品情報の一例を示す図である。

【図18】

可動部の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その1）である。

【図19】

可動部の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その2）である。

【図20】

可動部の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その3）である。

【図21】

可動部の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その4）である。

【図22】

可動部の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その5）である。

【図23】

可動部の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その6）である。

【図24】

可動部の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その7）である。

【図25】

連動関係の設定を行う場合の初期画面である。

【図26】

連動関係の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その1）である。

【図27】

連動関係の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その2）である。

【図28】

連動関係の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その3）である。

【図29】

連動関係の設定を行う際のG U I画面の推移を示す図（その4）である。

【符号の説明】

1 0 機構モデルシミュレータ

1 1 部品情報記憶部

1 2 G U I部

2 0 G U I画面

2 1 3次元CG表示領域

2 2 連動関節指定ボタン

3 0 G U I画面

3 1 3次元CG表示領域

3 2 矢印

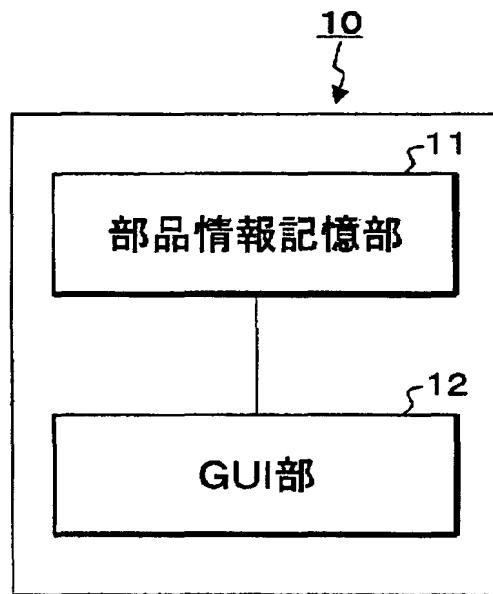
3 3 「従動部品の動作条件」設定領域

- 4 0 GUI画面
- 4 1 3次元CG表示領域
- 4 2 「従動部品の動作条件」設定領域
- 4 3 「駆動部品動作範囲」設定領域
- 4 4 「溝/外周指定」ボタン
- 4 5 「溝に沿って動く部分」設定領域
- 4 6 「指定」ボタン
- 4 7 「計算」ボタン
- 4 8 「設定」ボタン
- 5 0 GUI画面
- 5 1 3次元CG表示領域
- 6 0 コンピュータ
- 6 1 C P U
- 6 2 メモリ
- 6 3 入力装置
- 6 4 出力装置
- 6 5 外部記憶装置
- 6 6 媒体駆動装置
- 6 7 ネットワーク接続装置
- 6 8 バス
- 6 9 可搬記録媒体
- 7 0 プログラム/データ提供者側のサーバ
- 7 1 プログラム/データ
- 7 3 ネットワーク

【書類名】 図面

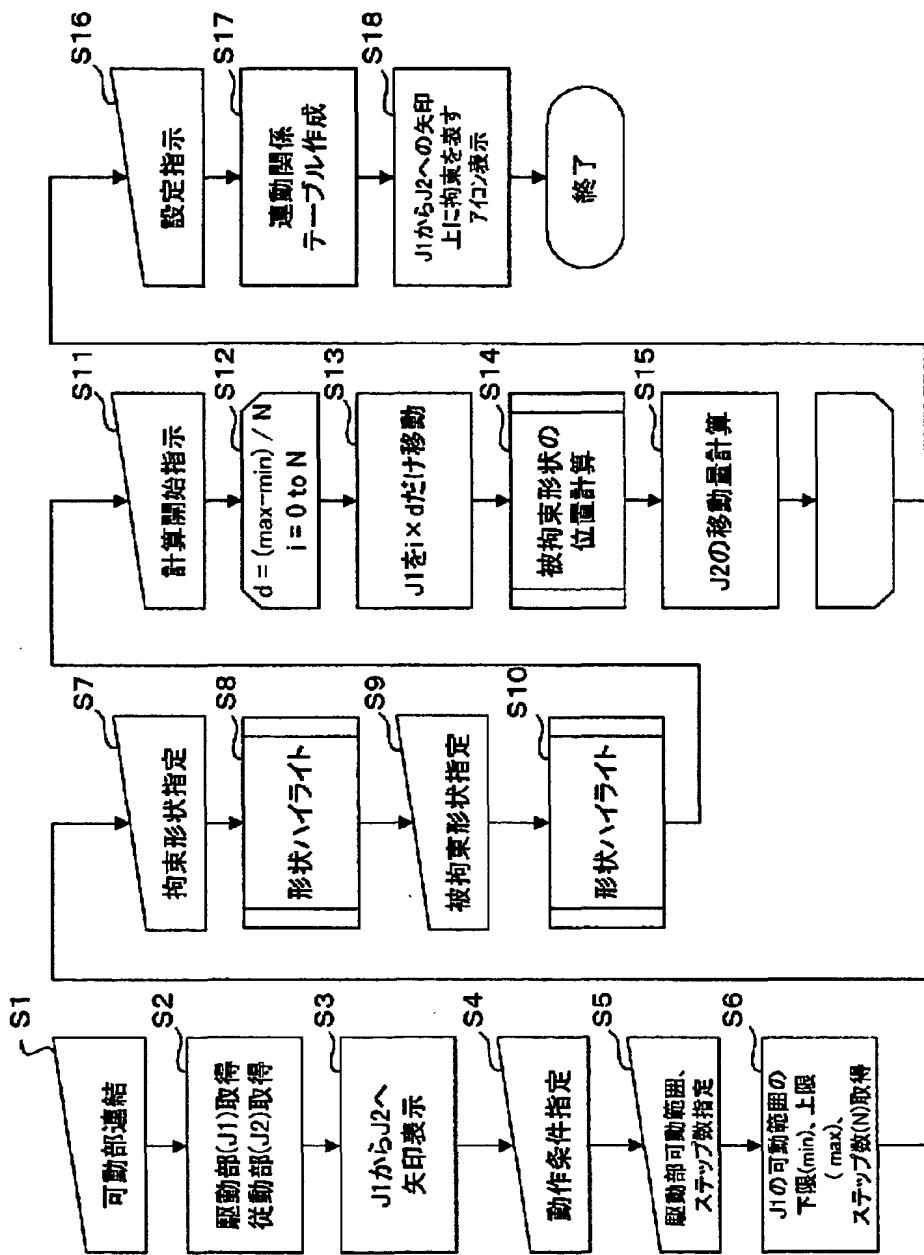
【図1】

本実施の形態による機構モデルシミュレータの機能ブロック図



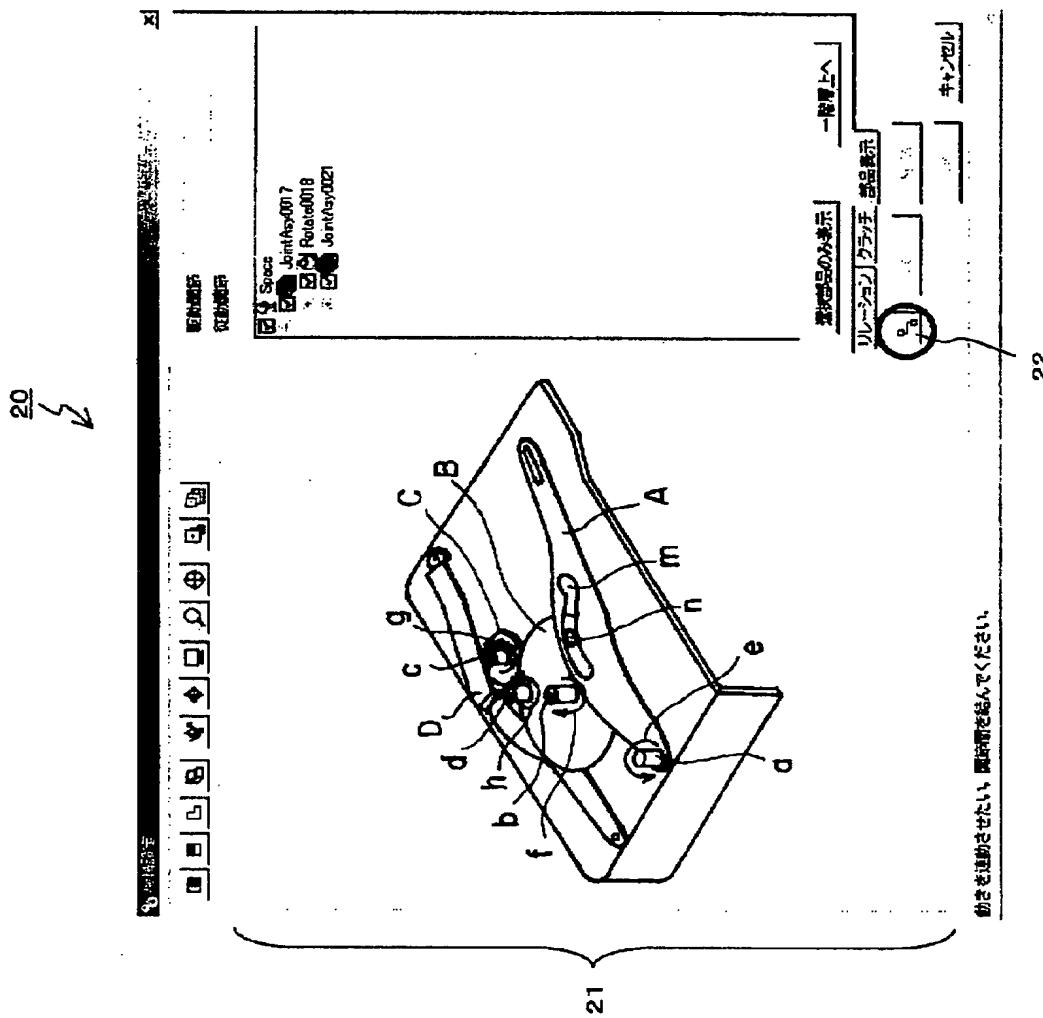
【図2】

図1の機構モデルシミュレータによる処理手順を説明する為のフローチャート図



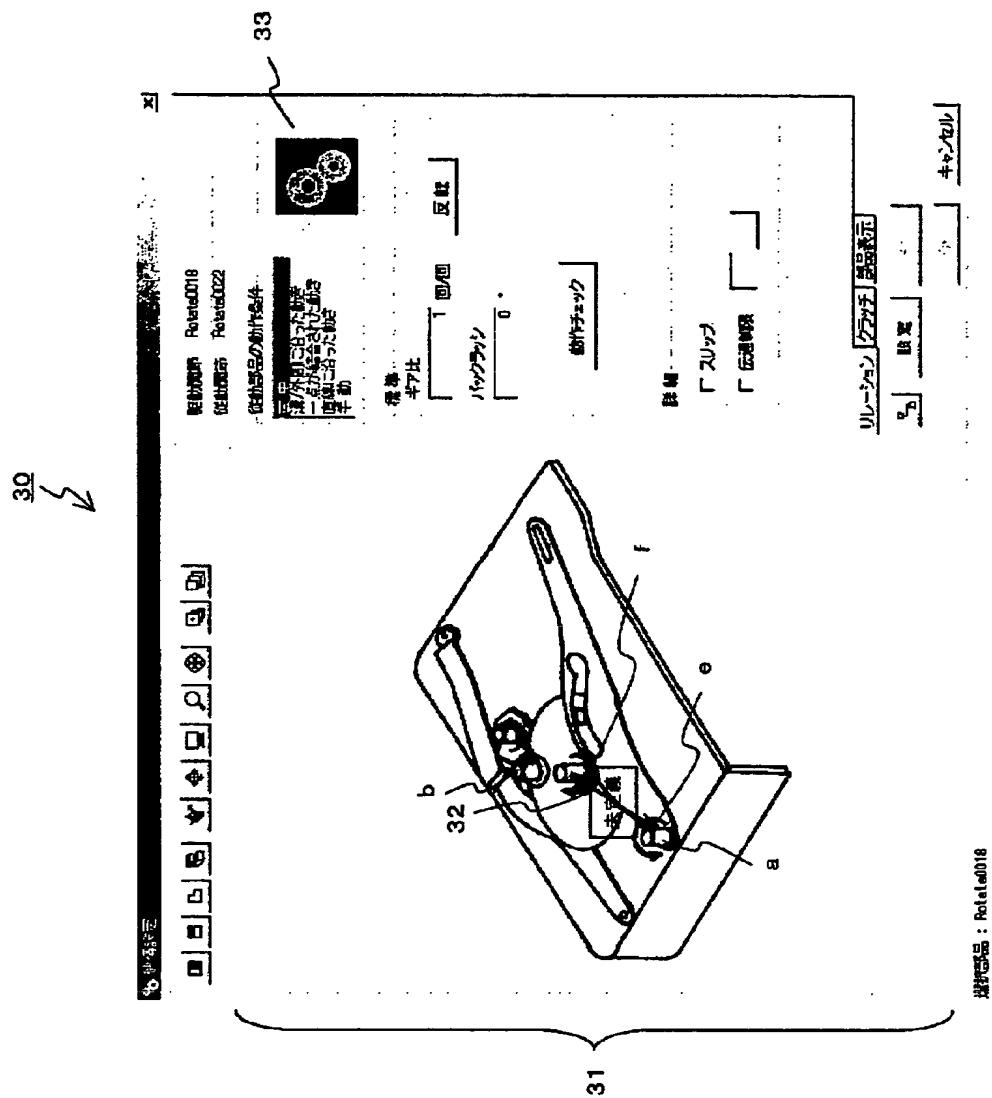
【図3】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その1)



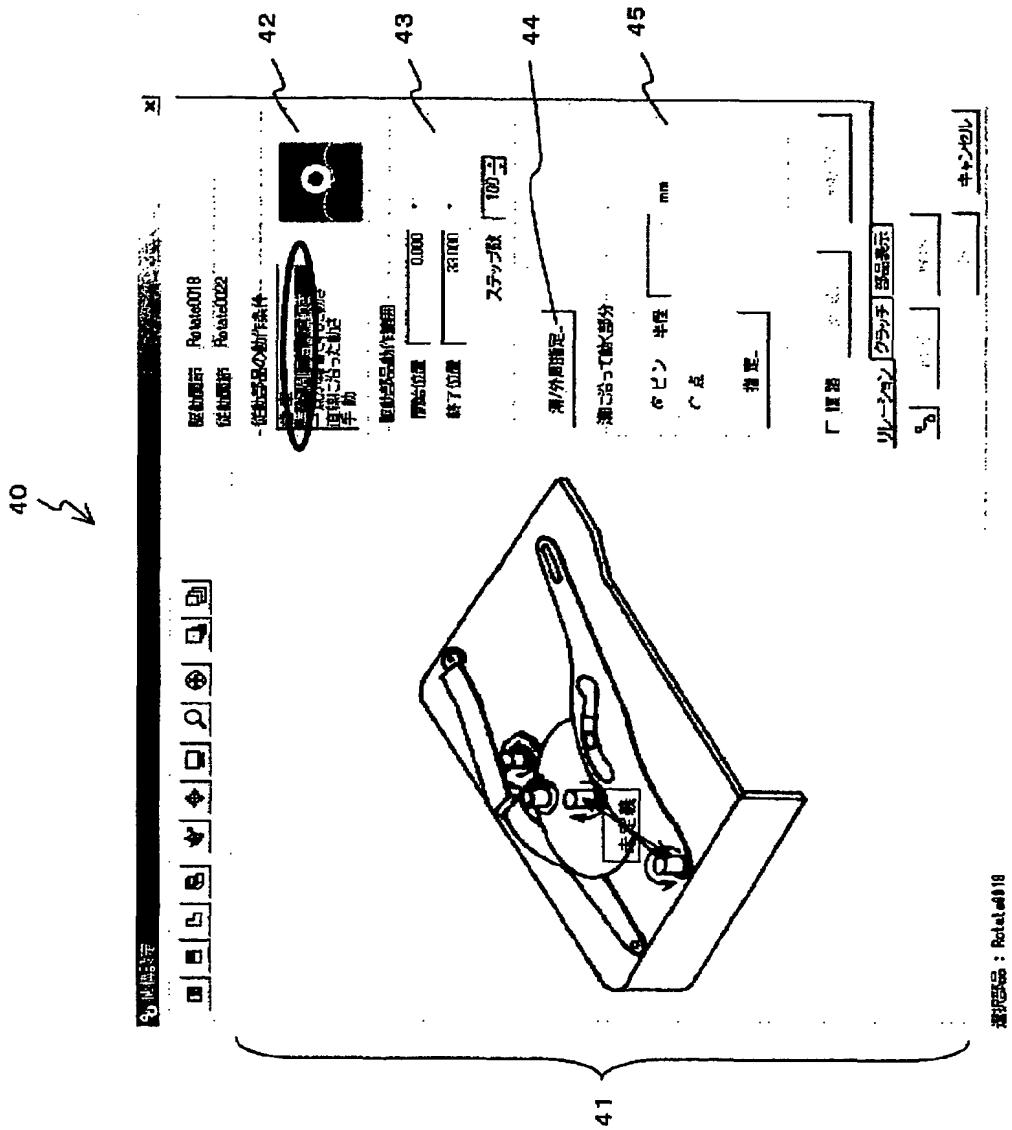
【図4】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その2)



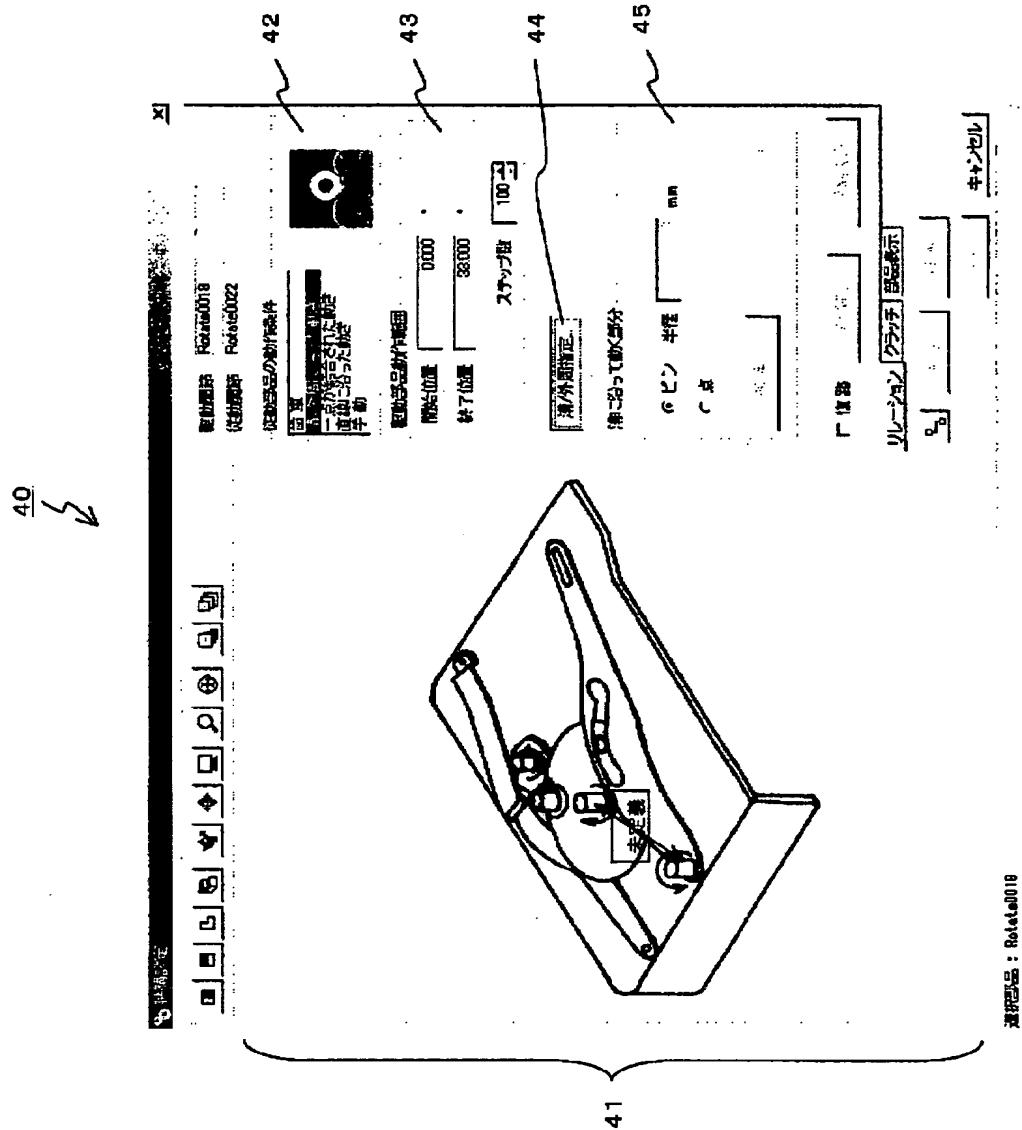
【図5】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その3)



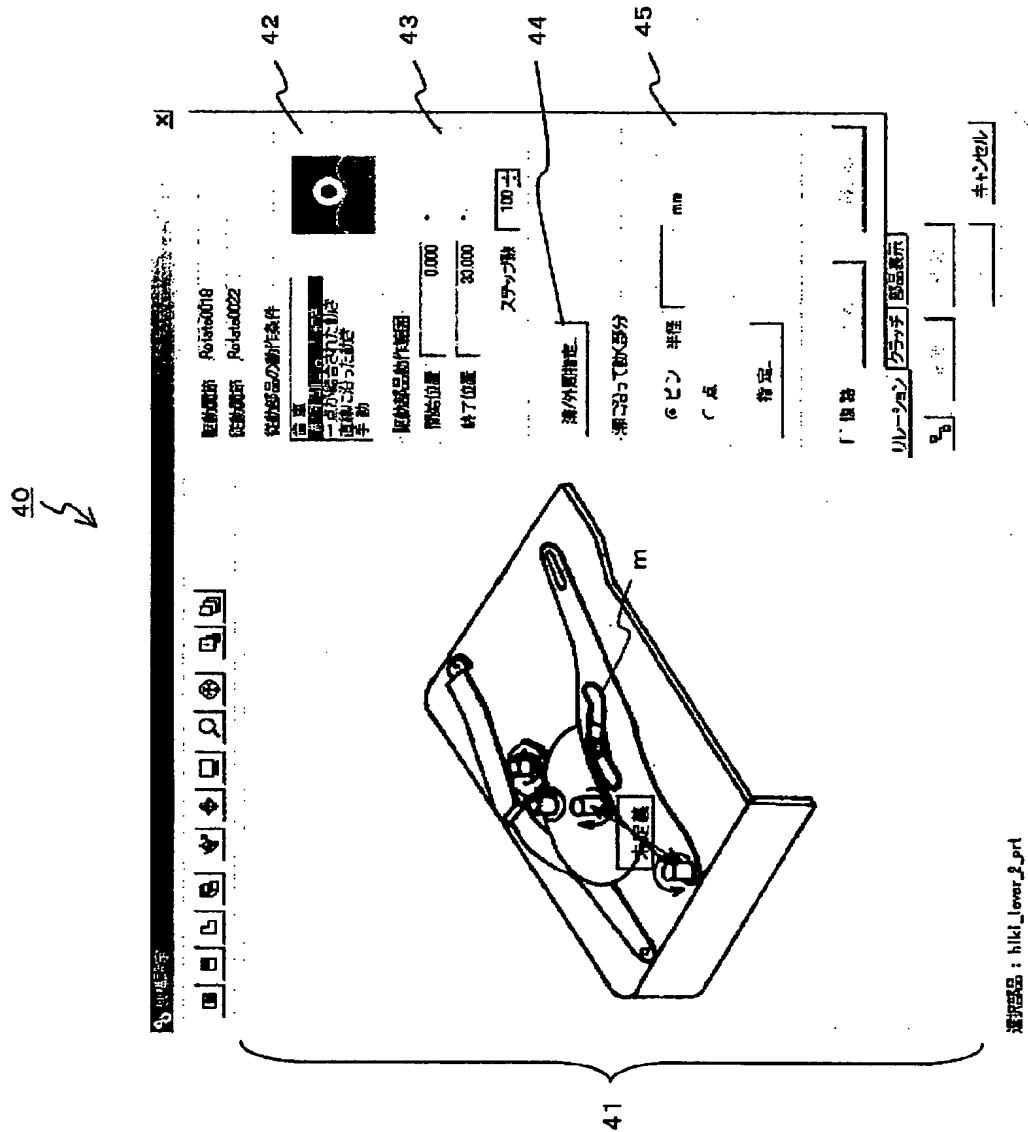
【図6】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その4)



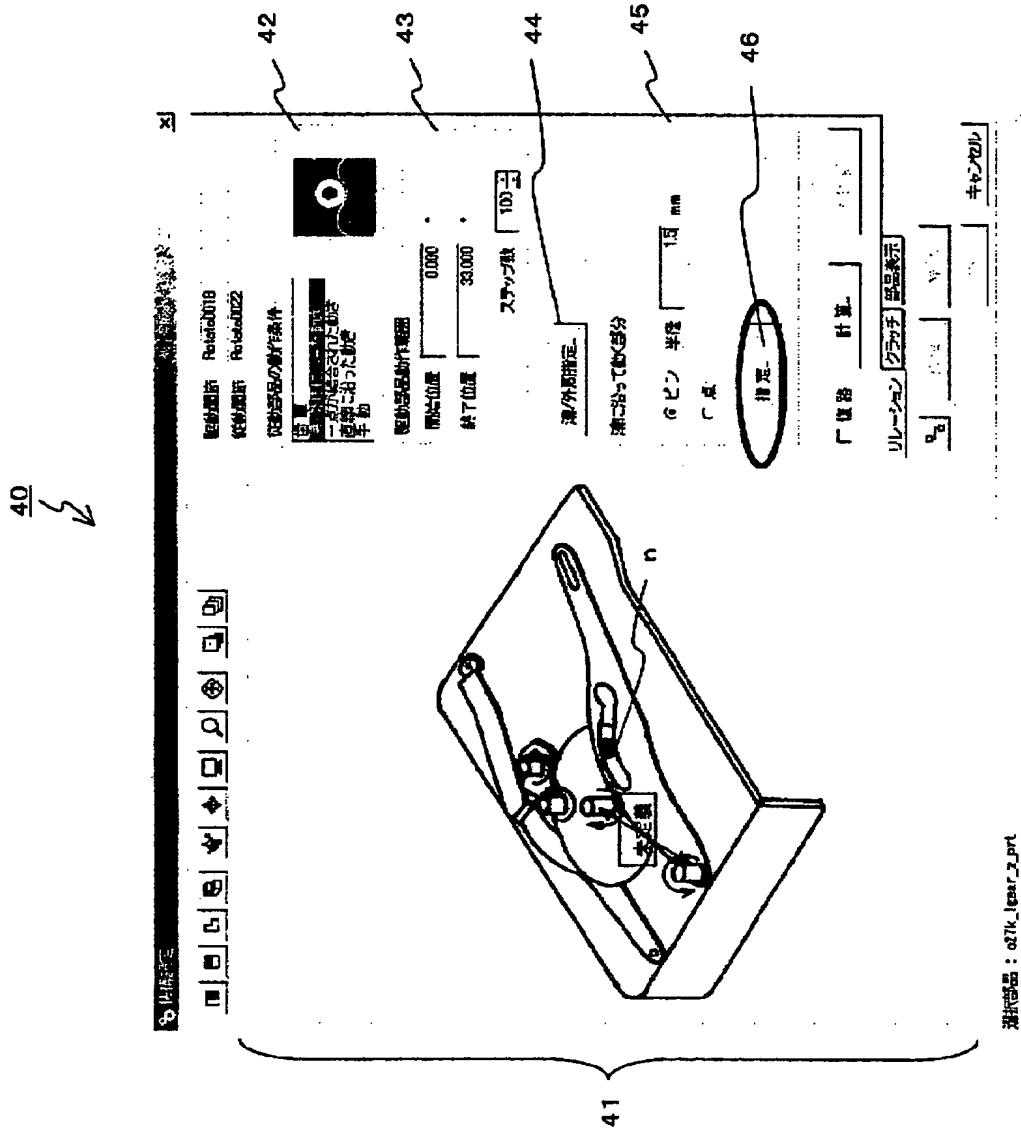
【図7】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その5)



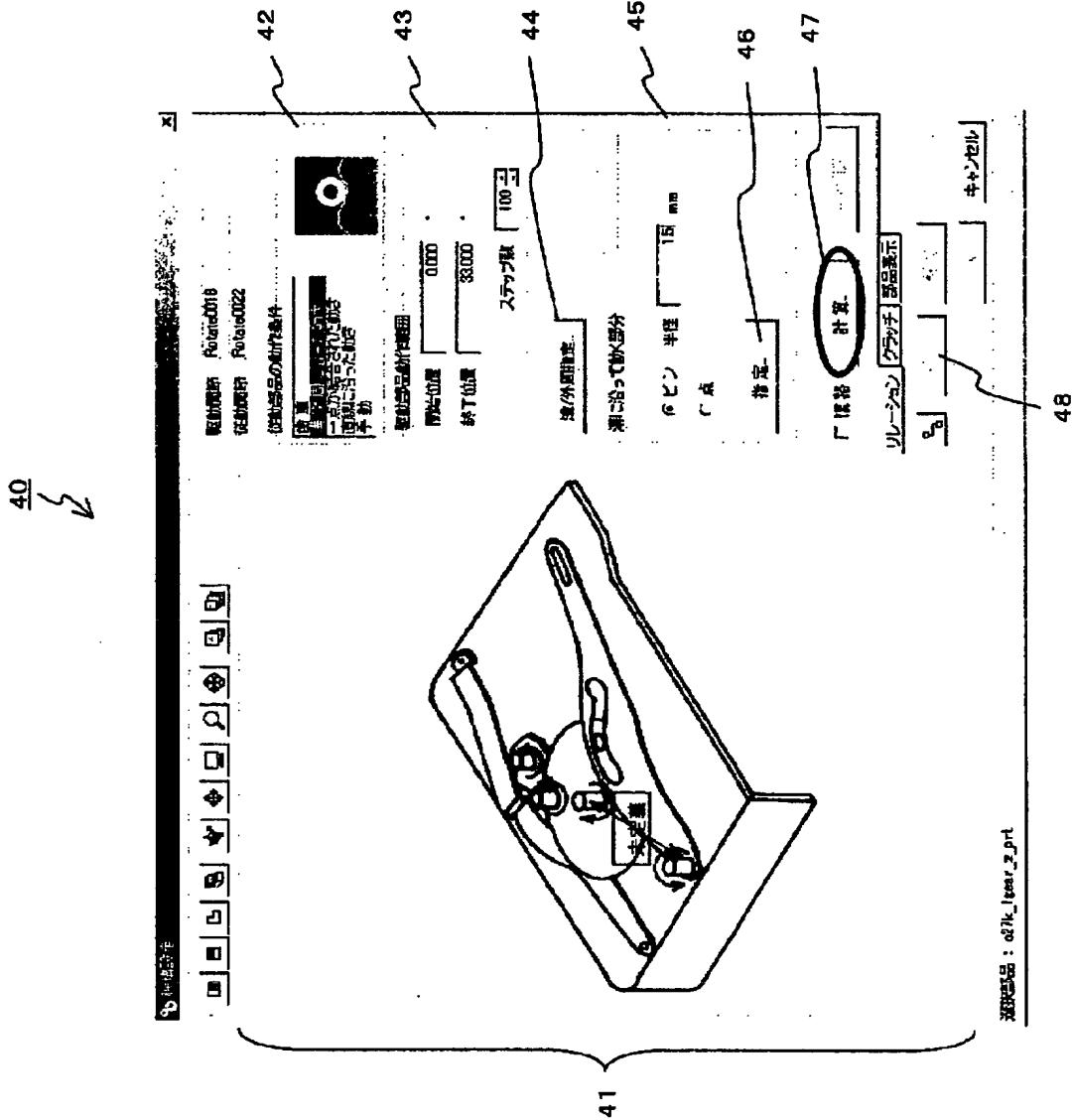
【図8】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その6)



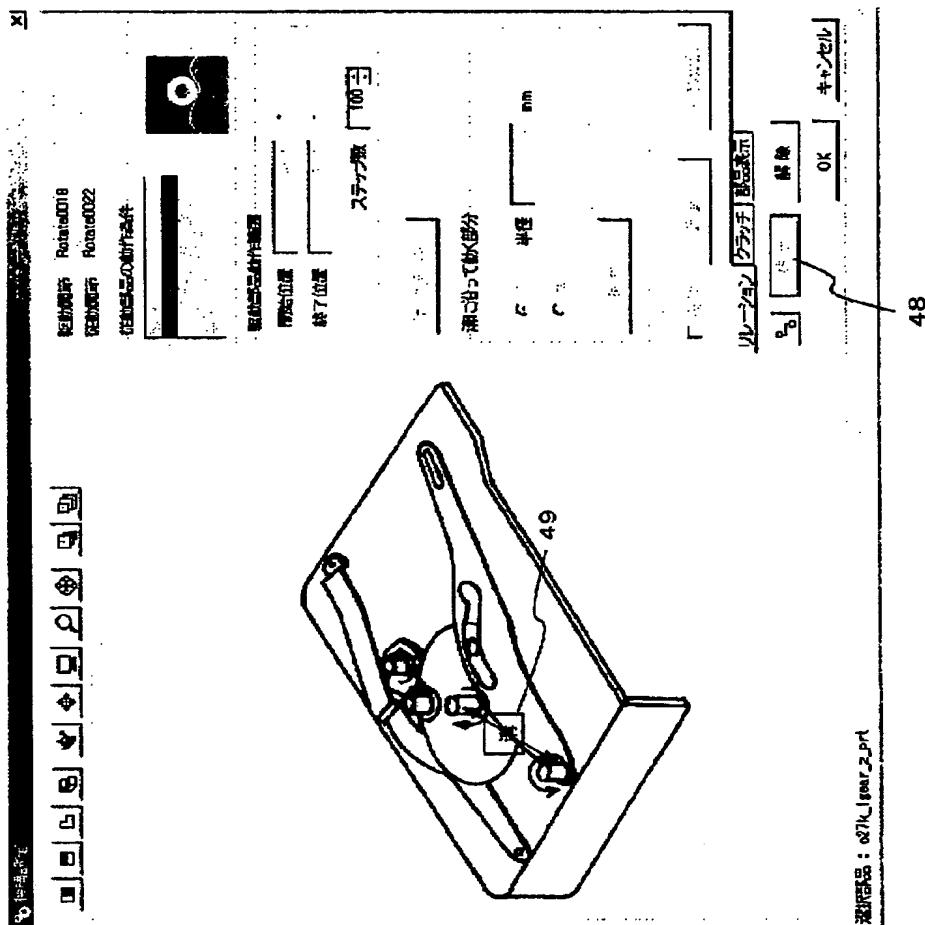
【図9】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その7)



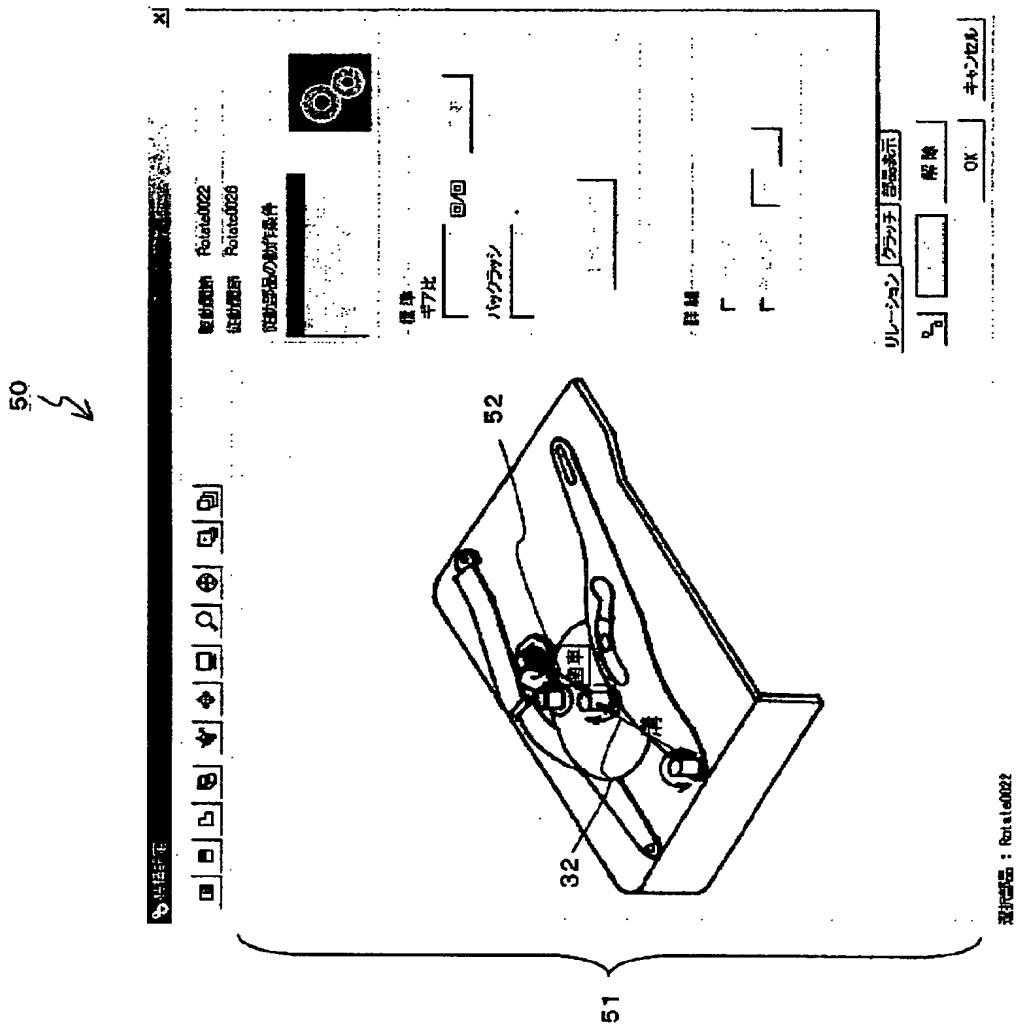
【図10】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その8)



【図11】

表示されるGUI画面の推移を示す図(その9)



【図12】

(a)、(b)は、連動関係テーブルの一例を示す図

可動部a	可動部b
0.00	-0.06
0.01	-0.03
0.02	0.00
0.03	0.03
:	:

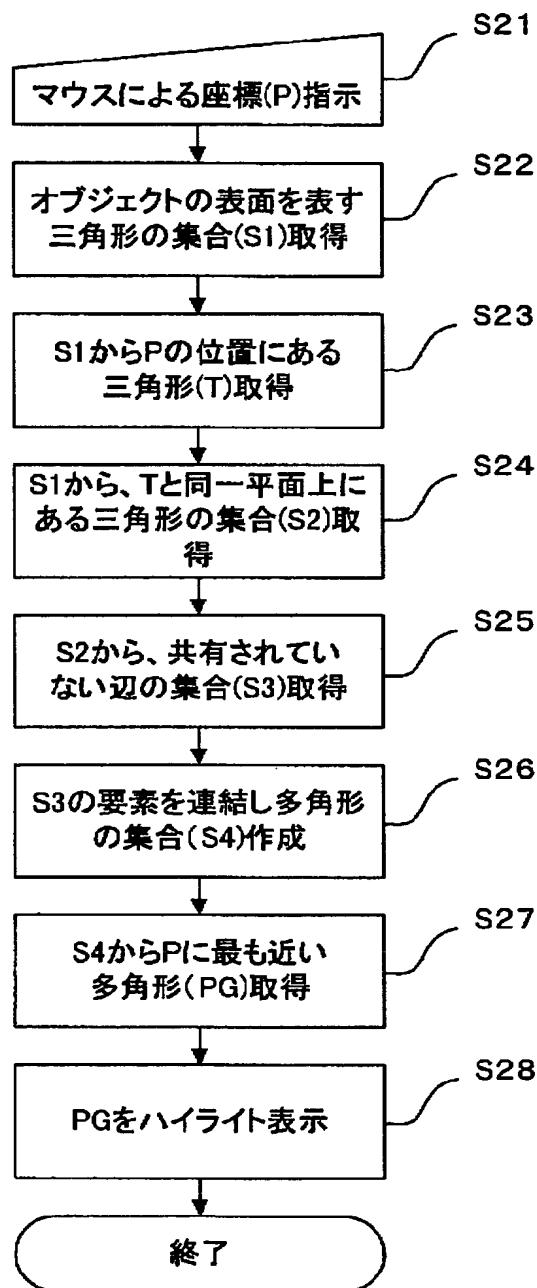
(a)

可動部b	可動部c
0.00	0.00
0.01	0.01
0.02	0.02
0.03	0.03
:	:

(b)

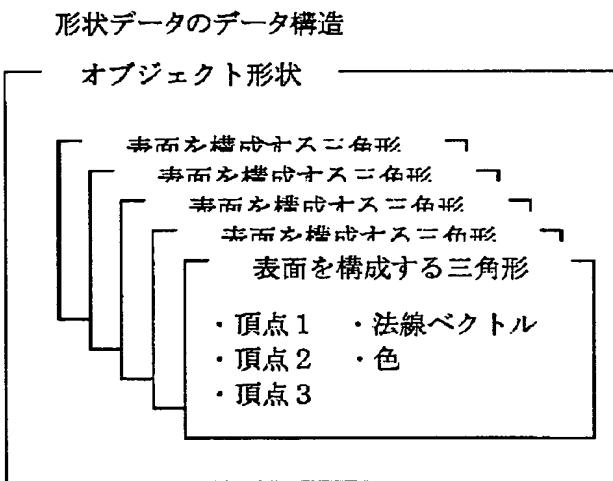
【図13】

幾何学的な拘束を規定している形状を
ハイライト表示する処理を説明する為のフローチャート図

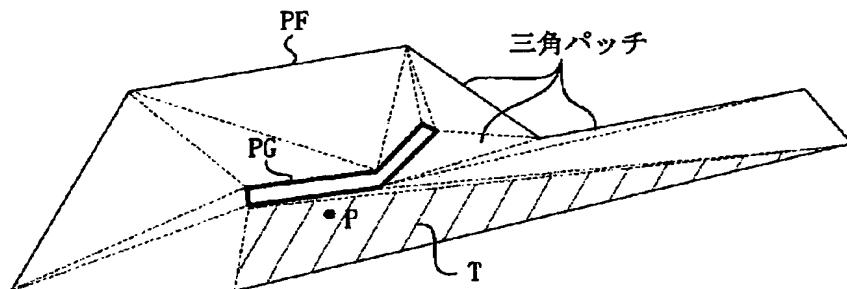


【図14】

(a)は各部品の形状データの一部の詳細を示す図、(b)は形状の表面を表す
多数の三角形(三角パッチ)と、これより抽出される溝mの輪郭を示す図



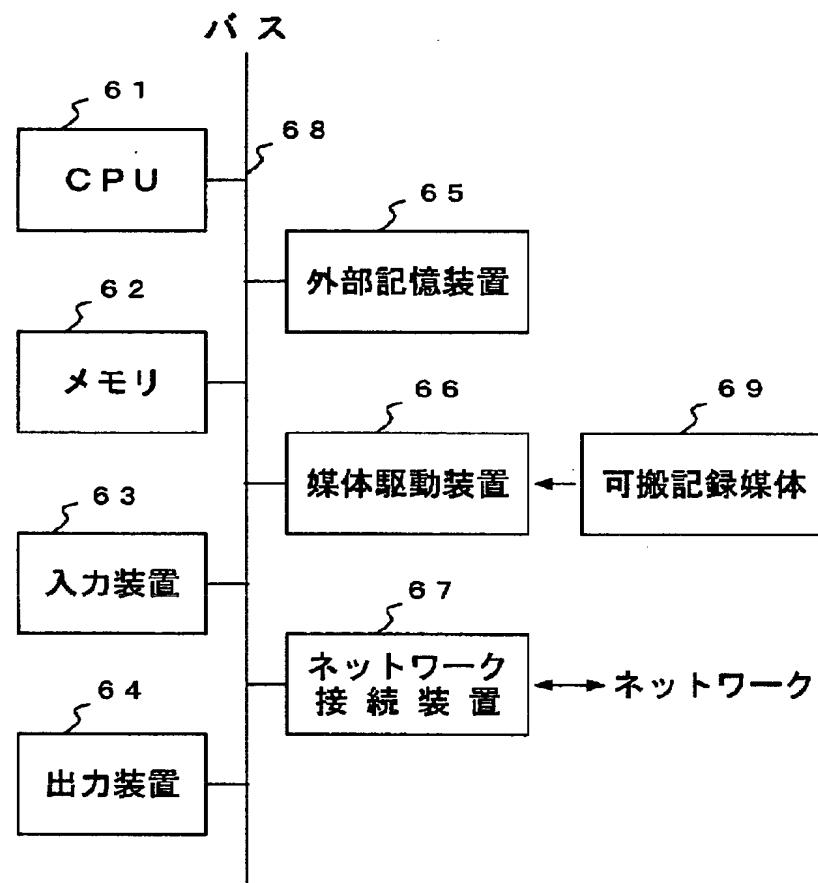
(a)



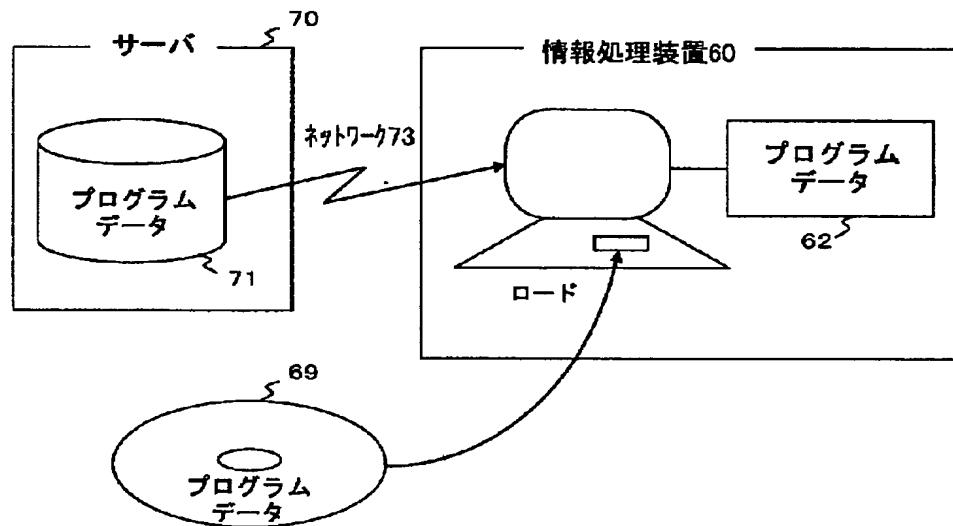
(b)

【図15】

機構モデルシミュレータを実現するコンピュータの
ハードウェア構成の一例を示す図

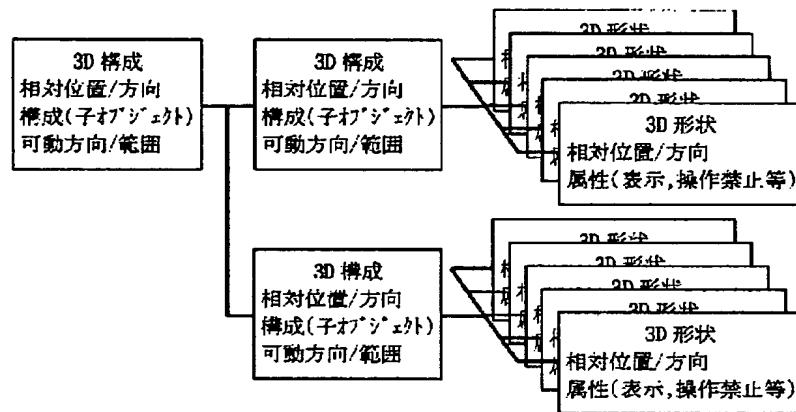


【図16】

プログラムを記録した記録媒体又は
プログラムのダウンロードの一例を示す図

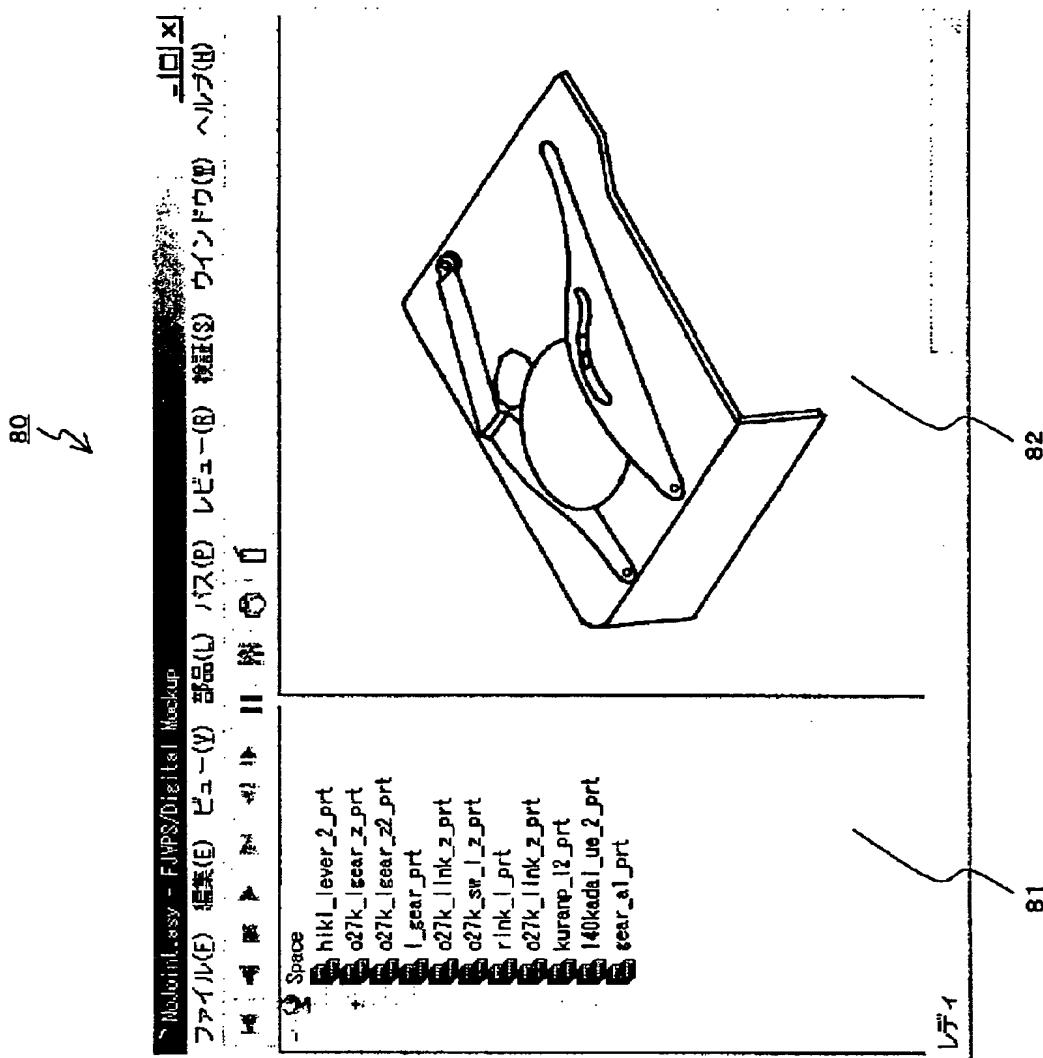
【図17】

各部品の形状データ等の部品情報の一例を示す図



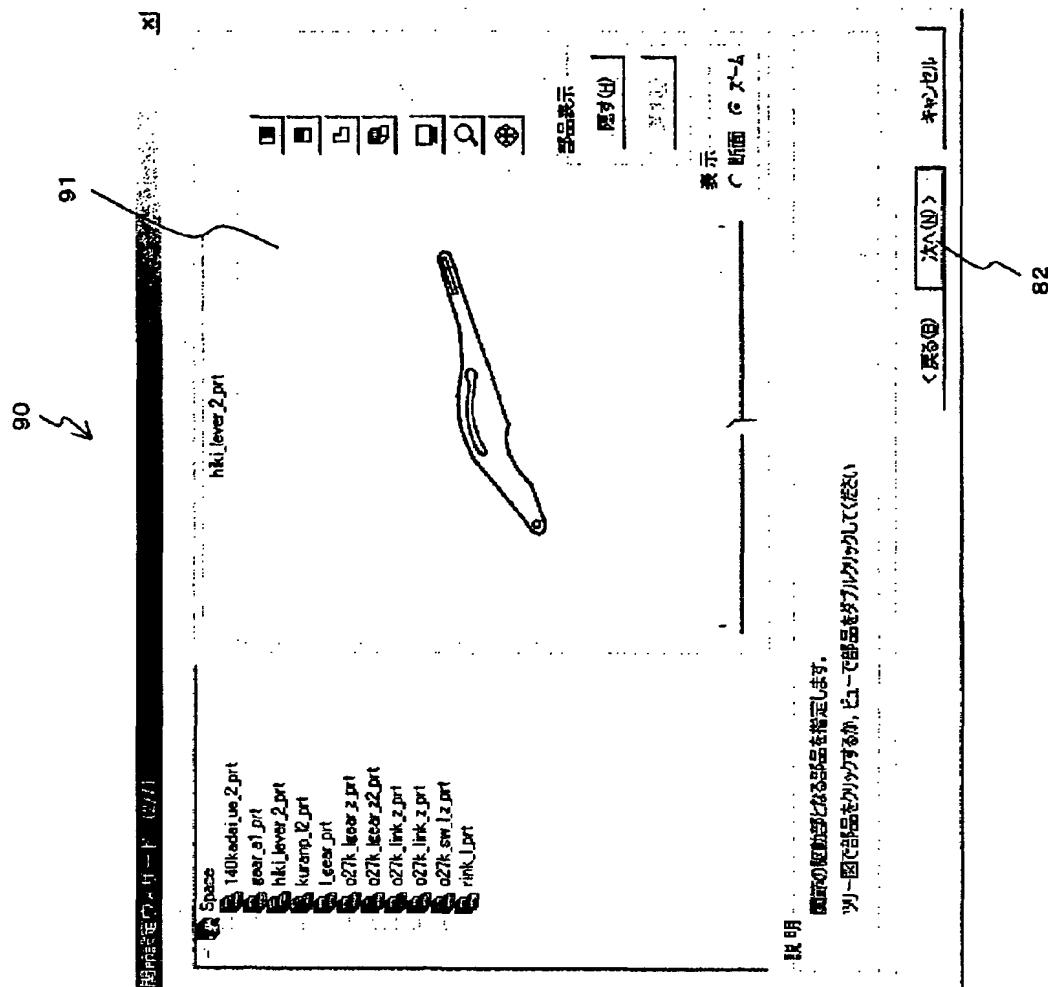
【図18】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その1)



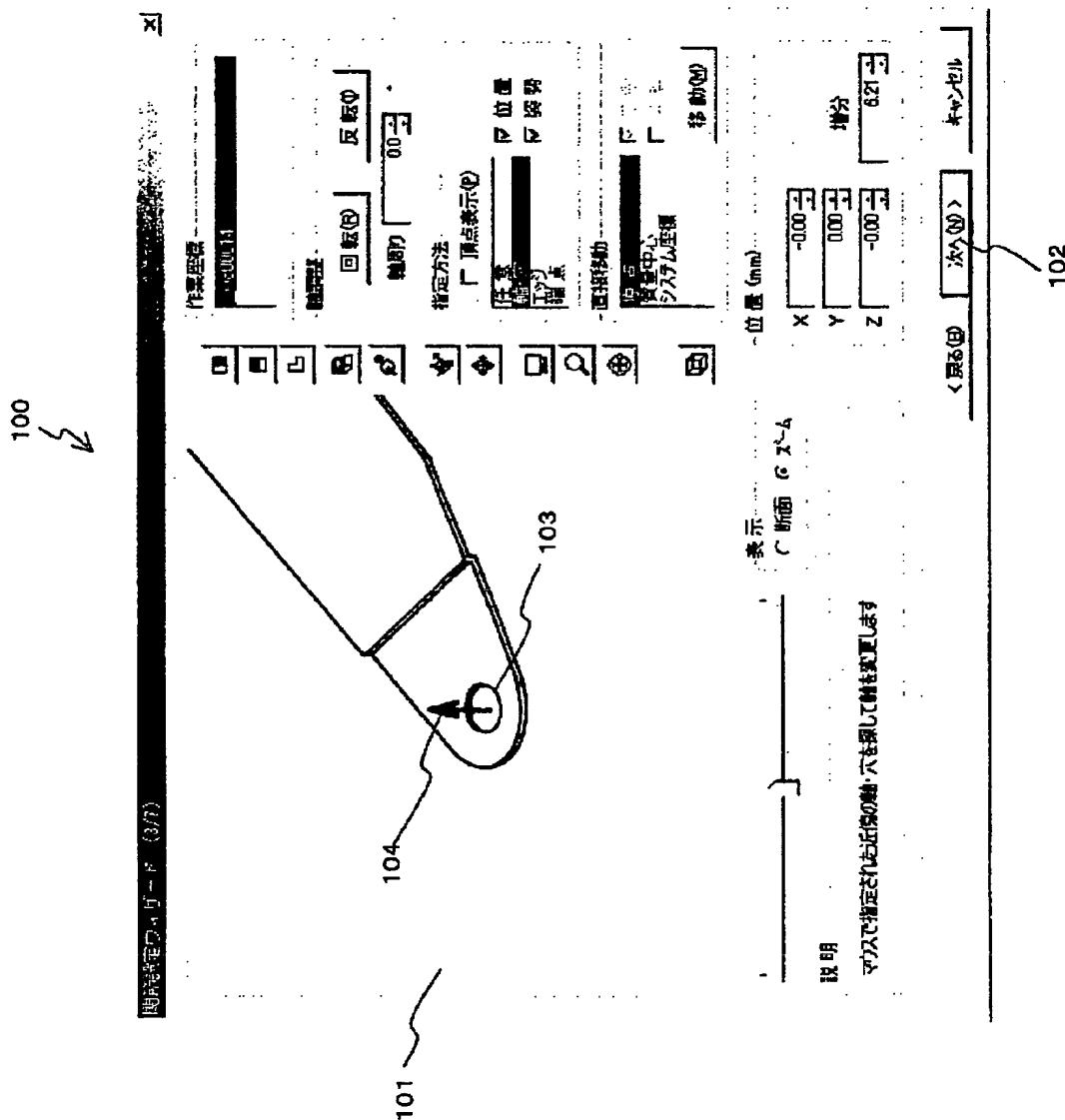
【図19】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その2)



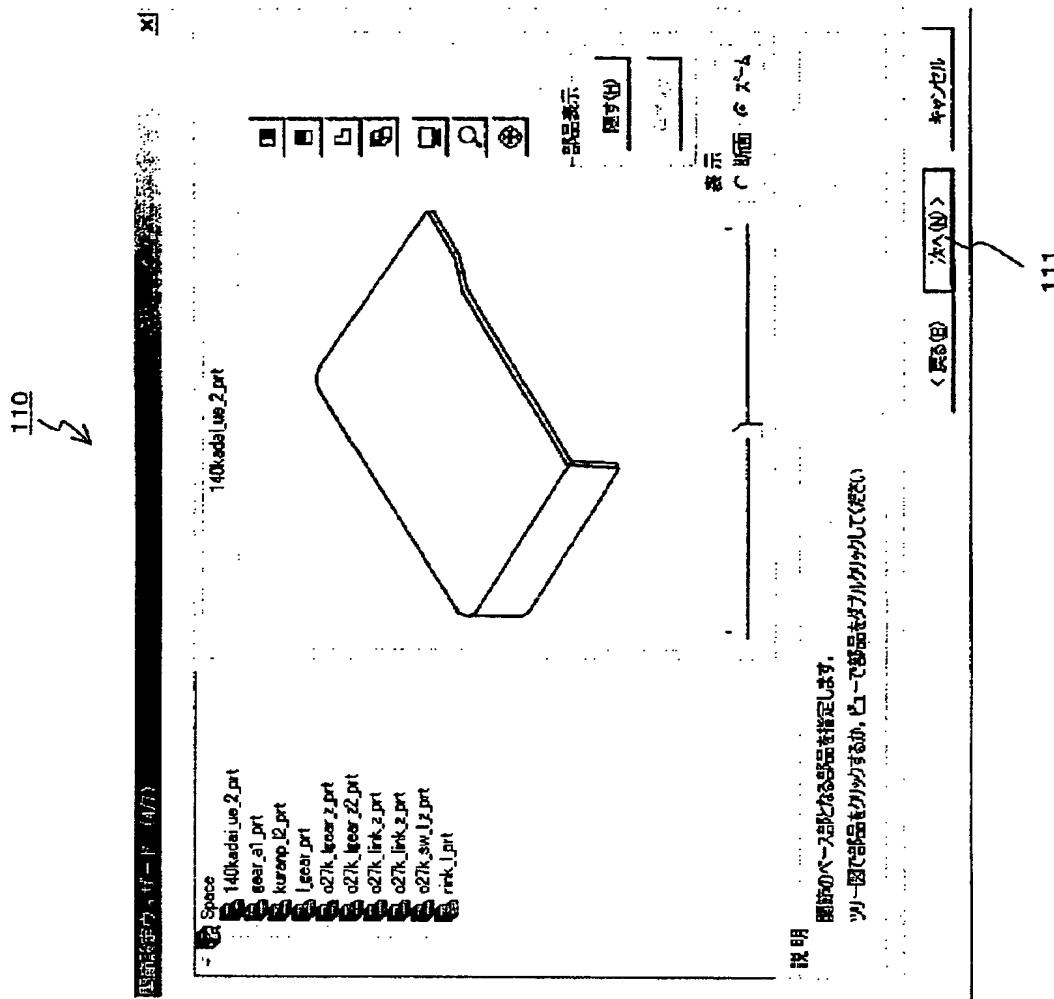
【図20】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その3)



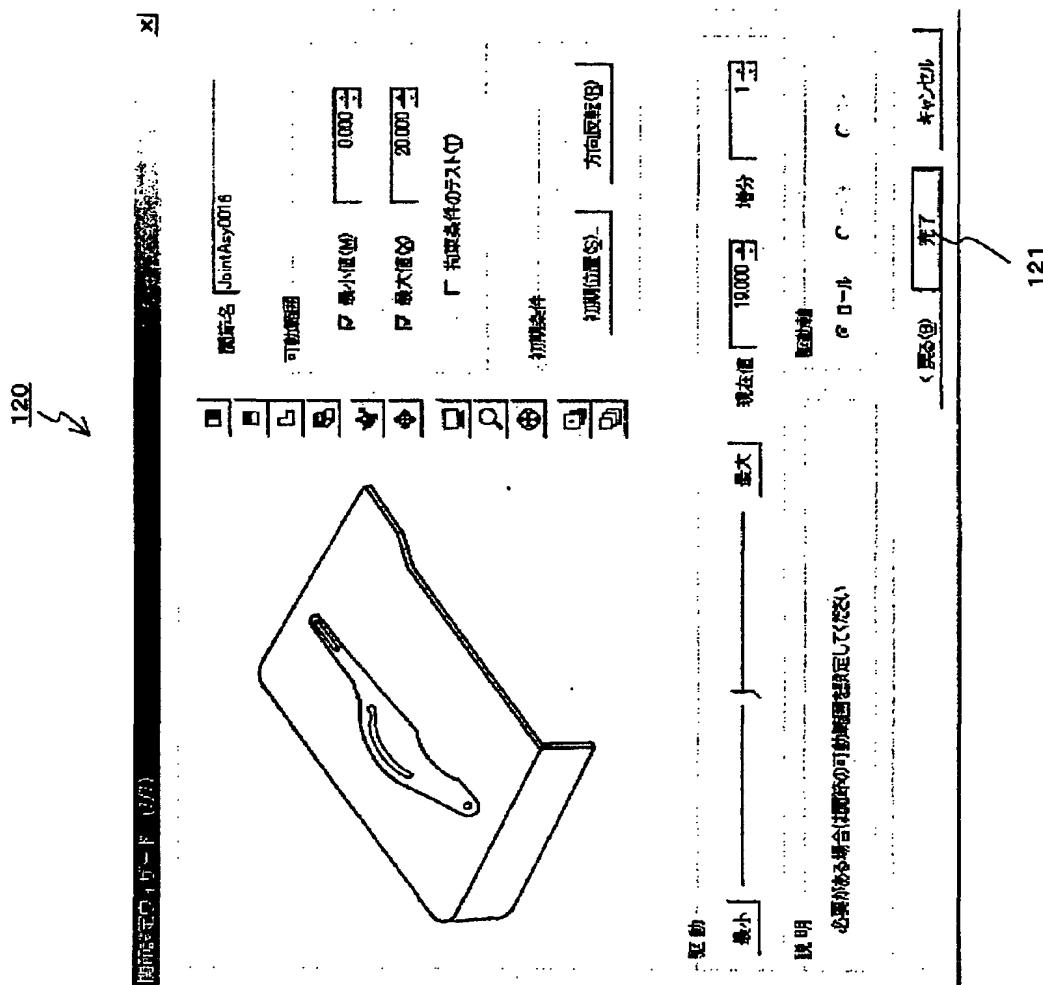
【図21】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その4)



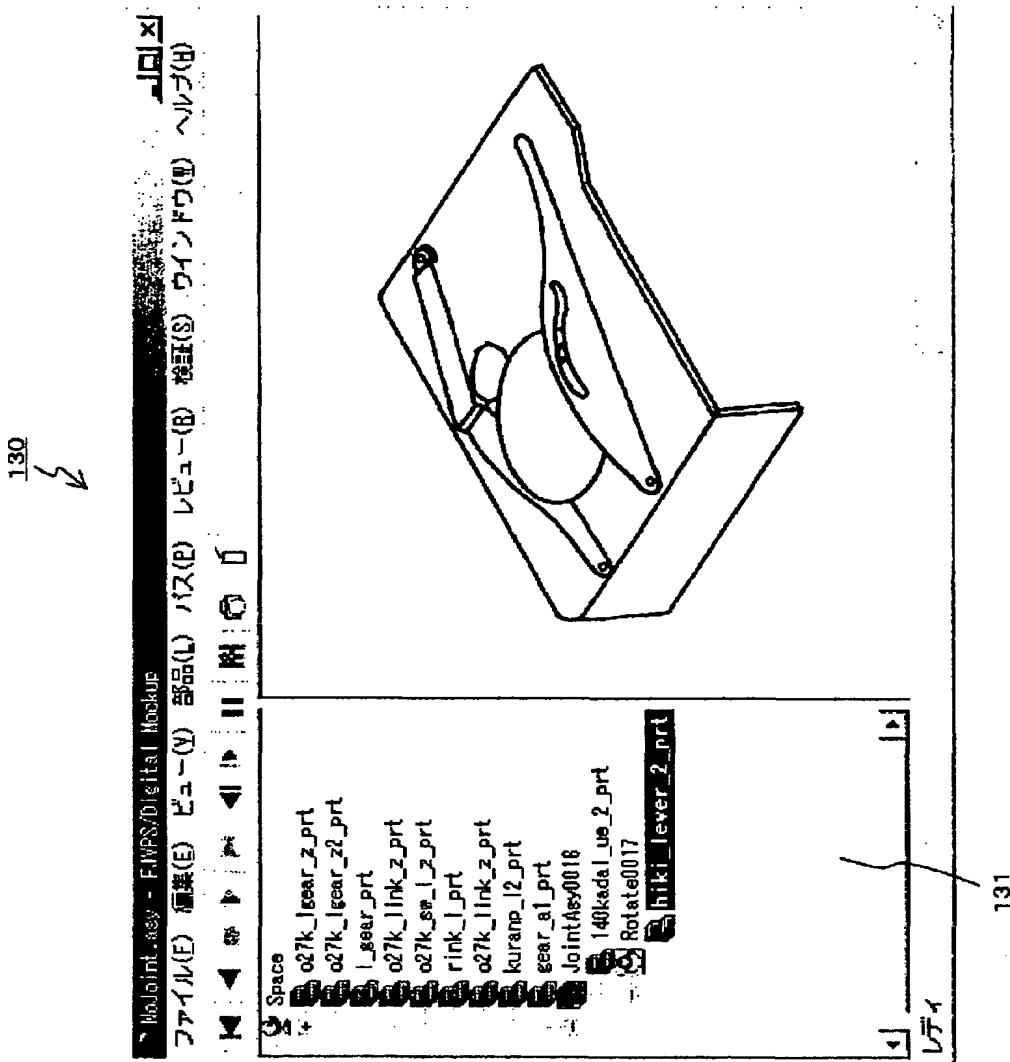
【図22】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その5)



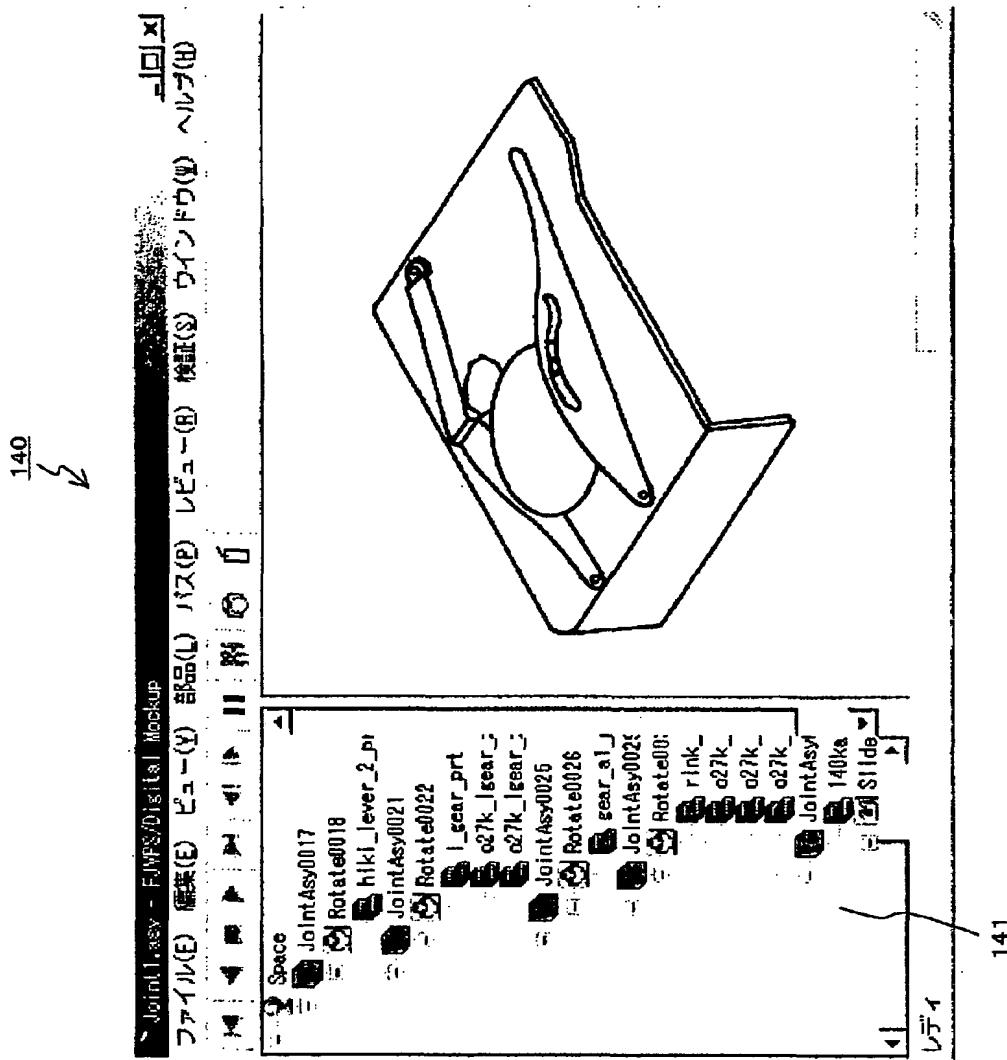
【図23】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その6)



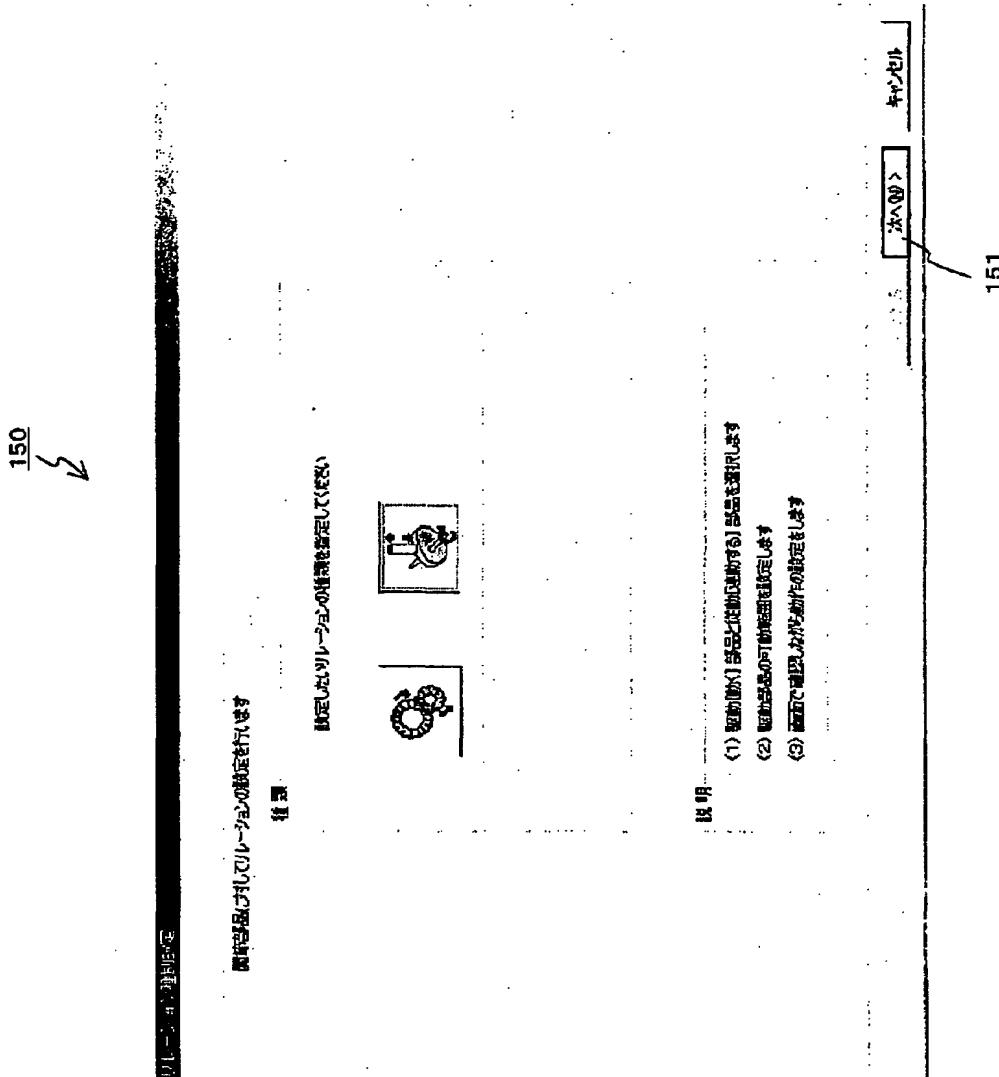
【図24】

可動部の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その7)



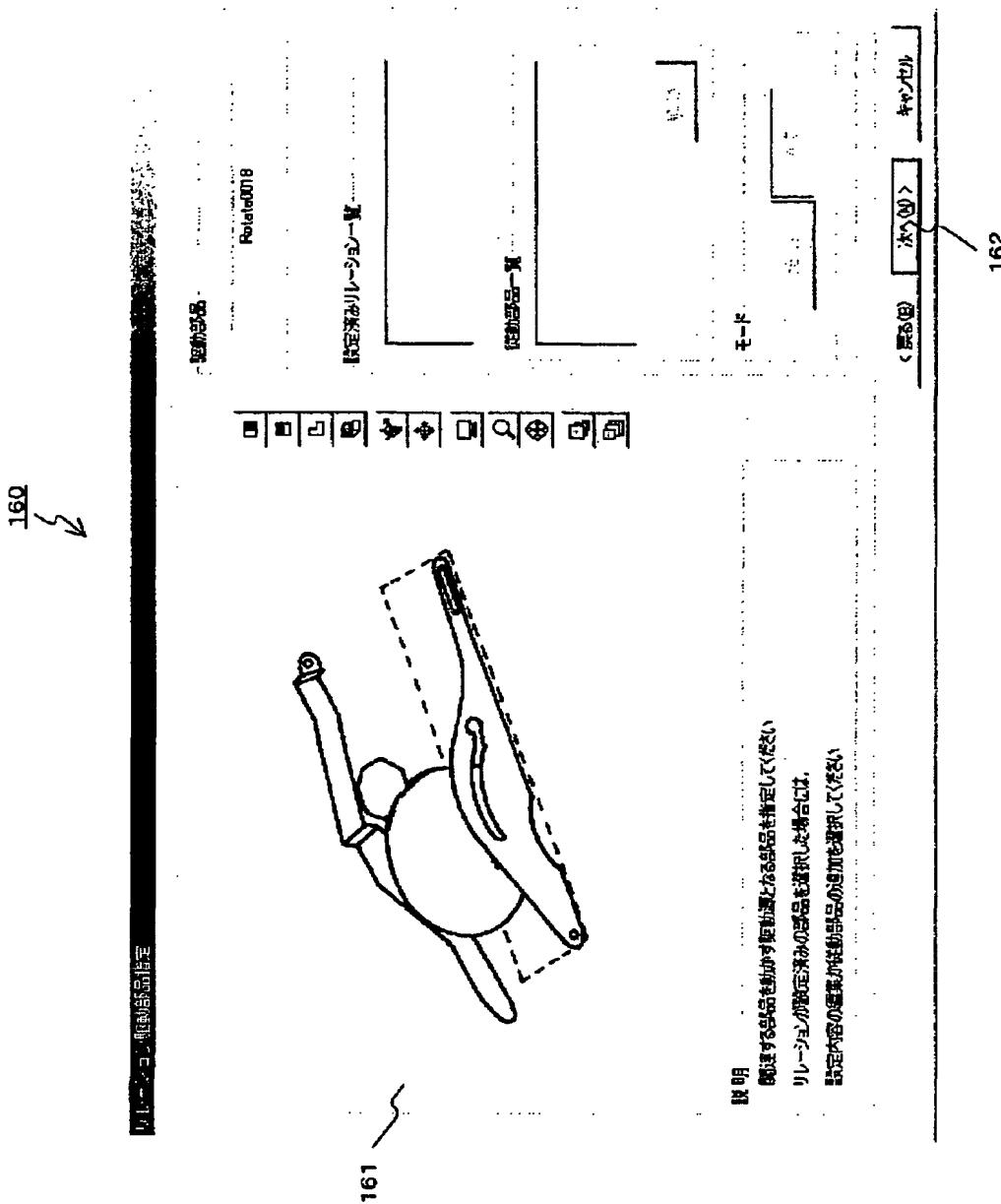
【図25】

連動関係の設定を行う場合の初期画面



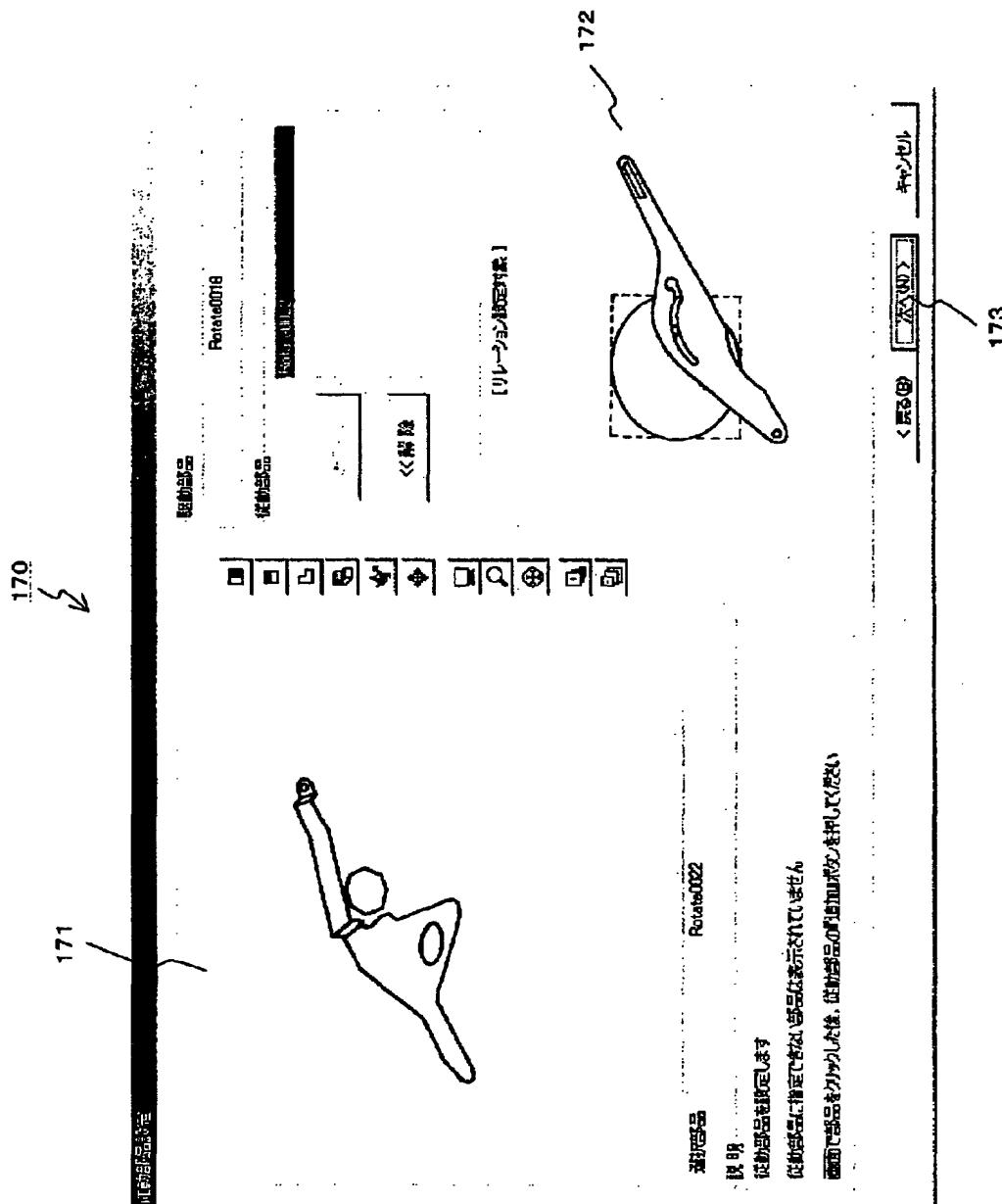
【図26】

連動関係の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その1)



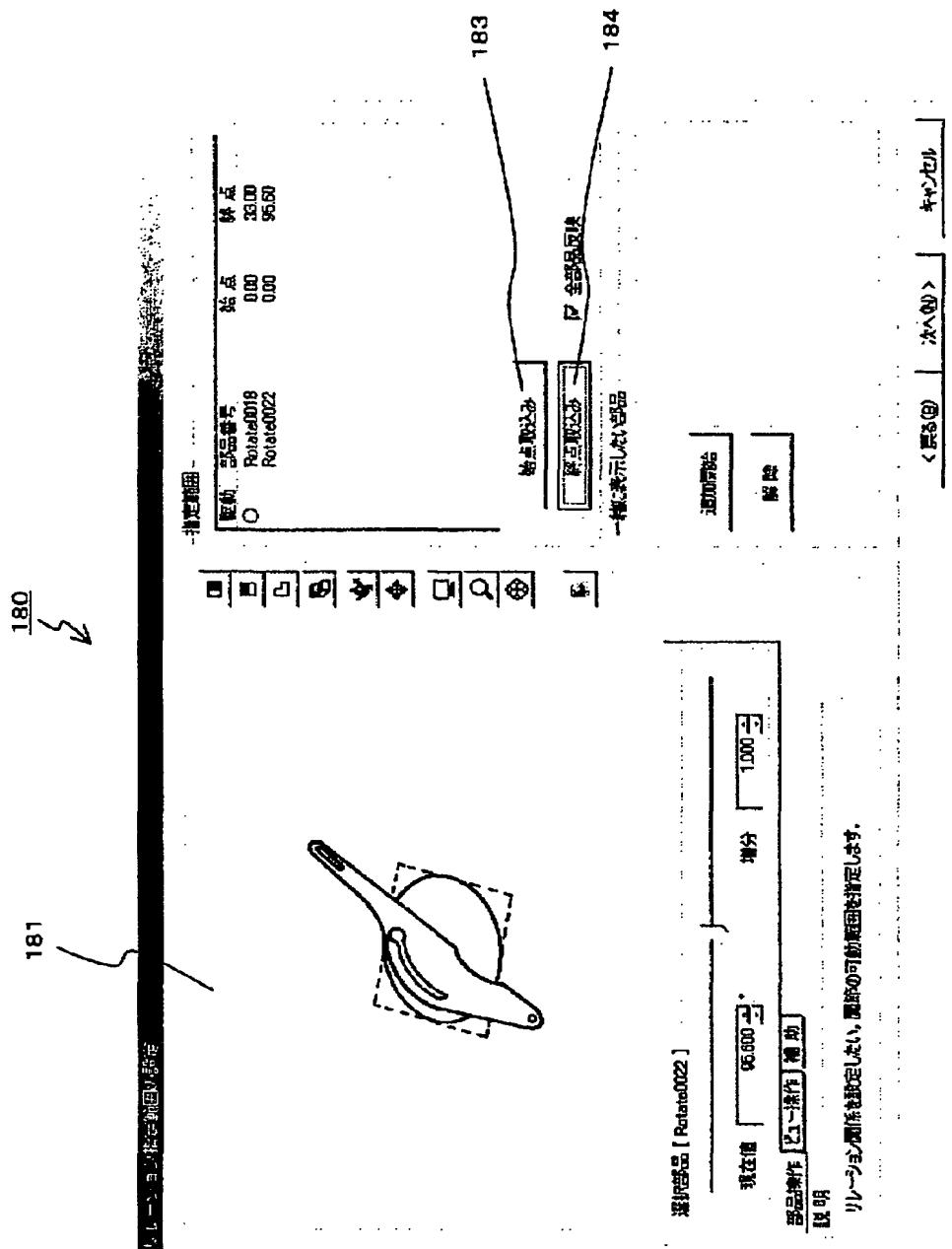
【図27】

運動関係の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その2)



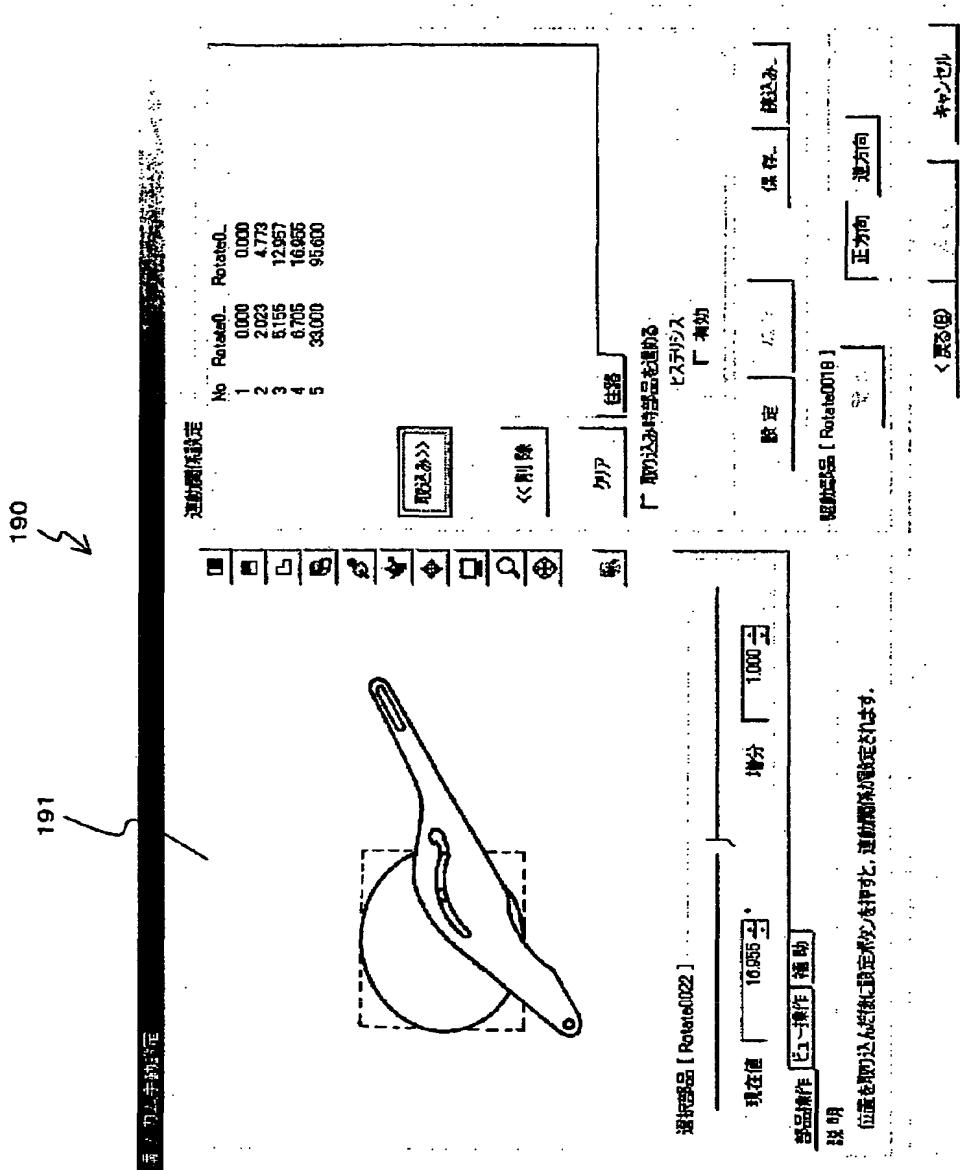
【図28】

連動関係の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その3)



【図29】

運動関係の設定を行う際のGUI画面の推移を示す図(その4)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ユーザにとって機構の動作が直感的に分かり易く設定が行い易いGUIを有する機構モデルシミュレータを提供する。

【解決手段】 GUI部12は、部品情報記憶部11に格納されている情報に基づいて、各部品の3次元形状や可動部を表現するモデルを表示する。そして、任意の複数の可動部のモデルを、マウスのドラッグ操作等により連結することにより、駆動部と従動部を指定させる。また、各可動部の拘束条件や、連動する動きの伝播する方向を表示し、また幾何学的拘束条件を定める形状を抽出して強調表示する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社